

**PERTUMBUHAN POPULASI DAN PERKEMBANGAN  
*Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae)  
PADA BERAS PUTIH DAN HITAM BUTIRAN UTUH, PATAH,  
DAN TEPUNG**

Oleh  
**LAILATUL QODARIYAH**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG  
2018**

**PERTUMBUHAN POPULASI DAN PERKEMBANGAN  
*Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae)  
PADA BERAS PUTIH DAN HITAM BUTIRAN UTUH, PATAH,  
DAN TEPUNG**

**OLEH**

**LAILATUL QODARIYAH**

**145040200111006**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

**MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
MALANG  
2018**



## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 15 Agustus 2018

Lailatul Qodariyah



## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pertumbuhan Populasi dan Perkembangan *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae) pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung

Nama Mahasiswa : Lailatul Qodariyah

NIM : 145040200111006

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

  
Dr. Ir. Ludji Pantia Astuti, MS.  
 NIP. 19551018 198601 2 001

  
Tita Widjayanti, SP., M.Si.  
 NIK. 201304 870819 2 001

Diketahui,  
 Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan



Dr. Ir. Ludji Pantia Astuti, MS.  
 NIP. 19551018 198601 2 001


Tanggal Persetujuan:

## LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan  
MAJELIS PENGUJI

Penguji I,

Penguji II,

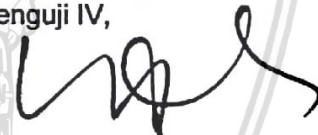
  
Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.  
NIP. 19550403 198303 1 003

  
Tita Widiyanti, SP., M.Si.  
NIK. 201304 870819 2 001

Penguji III,

Penguji IV,

  
Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.  
NIP. 19551018 198601 2 001

  
Dr. Ir. Syamsuddin Diauhari, MS.  
NIP. 19550522 198103 1 006

Tanggal Lulus: 02 AUG 2018

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”.  
(Q.S Al-Insyirah: 5)



*SKRIPSI Ini Kupersembahkan untuk*

*Orang tua tercinta  
Afwan dan Sri Lohati*

*Kakak-kakak tersayang  
Sulthonul Arif  
Ibnu Sutowo  
Nuridiyati Puji Rahayu  
Ginanjar Ali Ridlo*





## RINGKASAN

**Lailatul Qodariyah. 145040200111006. Pertumbuhan Populasi dan Perkembangan *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae) pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung. Dibawah bimbingan Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. dan Tita Widjayanti, SP., M.Si.**

---

Beras merupakan komoditas pertanian yang menjadi kebutuhan pokok bagi sebagian besar masyarakat Indonesia dan berperan sebagai sumber utama karbohidrat yang bermanfaat untuk menghasilkan energi bagi tubuh. Beras yang dikonsumsi biasanya disimpan terlebih dahulu di dalam gudang sebagai cadangan bahan pangan. Akan tetapi beras tersebut dapat mengalami kerusakan yang disebabkan oleh serangan hama. Salah satunya ialah *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae). Hama *T. castaneum* merupakan hama yang bersifat kosmopolit dan dapat menyebabkan kerusakan pada bahan simpan baik secara kualitas maupun kuantitas. Pengaruh jenis beras terhadap kesesuaian hidup *T. castaneum* belum banyak diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pertumbuhan populasi dan perkembangan hama *T. castaneum* pada dua jenis beras ialah beras putih dan beras hitam butiran utuh, patah, dan tepung.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya mulai bulan Februari hingga Juni 2018. Penelitian terdiri dari enam perlakuan pakan, yang meliputi beras putih varietas IR 64 dan beras hitam varietas Hare Kwa dalam bentuk butiran utuh, patah, dan tepung. Penelitian pertumbuhan populasi dan perkembangan *T. castaneum* menggunakan tabung kaca (d=6,5 cm, t=9,5 cm), masing-masing tabung kaca berisi beras putih dan beras hitam pada bentuk butiran utuh, patah, dan tepung sebanyak 30 g yang diinfestasikan 15 pasang imago *T. castaneum*. Variabel pengamatan pertumbuhan populasi meliputi mortalitas imago, jumlah telur, larva, pupa, dan imago baru. Variabel pengamatan perkembangan meliputi lama stadium telur, larva, pupa, dan praoviposisi. Data pertumbuhan populasi dan perkembangan *T. castaneum* dianalisis menggunakan analisis ragam pada taraf kesalahan 5%. Apabila dari hasil analisis menunjukkan hasil yang berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil pada taraf kesalahan 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan populasi *T. castaneum* lebih baik pada pakan tepung beras hitam dibandingkan pakan tepung beras putih, beras putih butiran utuh, beras putih butiran patah, beras hitam butiran utuh, dan beras hitam butiran patah. Perkembangan *T. castaneum* lebih cepat pada tepung beras hitam dibandingkan tepung beras putih, beras hitam butiran utuh, dan beras hitam butiran patah. Perkembangan tersebut terlihat dari lama stadium telur, larva, pupa, praoviposisi, dan siklus hidup yang lebih cepat pada tepung beras hitam. Bentuk fisik dan nutrisi pakan diduga mempengaruhi pertumbuhan populasi dan perkembangan *T. castaneum*.

## SUMMARY

**Lailatul Qodariyah. 145040200111006. Population Growth and Development of *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae) on White Rice and Black Rice in Whole Grain, Broken, and Flour. Supervised by Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. and Tita Widjayanti, SP., M.Si.**

---

Rice is an agricultural commodity that becomes most staple food for Indonesian. It has a prominent role as primary source of carbohydrate to produce energy. The consumed rice is usually stored first in warehouses as food reserve. However, the rice could get damaged by pest. One of them is *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae). *T. castaneum* is a cosmopolitan pest and can impair quality and quantity of stored products. Furthermore, there is no report about the effect of rice type to *T. castaneum*. This research was aimed to study the population growth and development of *T. castaneum* pest in two types of rice, there were white rice and black rice in whole grain, broken, and flour.

The research was conducted at Plant Pest Laboratory, Plant Pest and Diseases Department, Agriculture Faculty, Brawijaya University from February to June 2018. The research consisted of six diets, consisting of white rice IR 64 varieties and black rice Hare Kwa varieties in whole grain, broken, and flour. The research on population growth and development of *T. castaneum* was used glass tubes (d=6,5 cm, t=9,5 cm), each glass tube contains white rice and black rice in whole grain, broken, and flour as much as 30 g that infected 15 pairs of adult of *T. castaneum*. Variables observation were adult mortality, number of eggs, larvae, pupae, and new adult for population growth and stadium of eggs, larvae, pupae, preoviposition, and life cycle for development of *T. castaneum*. Data of population growth and development of *T. castaneum* were analyzed using analysis of variance at 5% level significant. If the results of the data analysis showed significant difference, then analyzed by Least Significant Difference at 5% level significant.

The results showed that the population growth of *T. castaneum* is better on black rice flour than white rice flour, whole white rice, broken white rice, whole black rice, and broken black rice. Development of *T. castaneum* is faster in black rice flour than white rice flour, whole black rice, and broken black rice. The development was seen from stadium of eggs, larvae, pupae, preoviposition, and life cycle was faster in black rice flour. Physical form and nutrition of diet can affect the population growth and development of *T. castaneum*.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayahNya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Pertumbuhan Populasi dan Perkembangan *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae) pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung”.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Ibu Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku dosen pembimbing utama dan Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Ibu Tita Wijayanti, SP. M.Si. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah merelakan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan, bantuan, arahan, nasihat, dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada seluruh dosen atas arahan dan bimbingan, serta segenap staff tenaga kependidikan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang diberikan.

Penghargaan yang tulus penulis sampaikan kepada kedua orang tua, kakak, dan keluarga tercinta atas doa, pengertian, nasihat, dan dukungannya. Kepada Anisa Kaerani, Afifatul Khoirunnisak, Siti Rofiatun, Nur Maulidiya Rizqoh, Mira Silviana Manurung, Viyan Fitra N., Radi Firnanda, Nurtriana Wulandari, M. Bayu Mario, Ito Fernando, Tri Wulansari, Siti Mursidah, Khusnun Nisa, Rommy Parcelino P., Mutala’liah, Yogo Setiawan, dan Faldy Alifianto, serta teman-teman HPT 2014 atas doa, bantuan, dukungan selama ini, penulis sampaikan terimakasih.

Penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangan pengetahuan.

Malang, 15 Agustus 2018

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jepara pada tanggal 24 Januari 1996 sebagai putri kelima dari lima bersaudara dari Bapak Afwan dan Ibu Sri Lohati.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Ujungpandan 1 pada tahun 2002 sampai tahun 2008, kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 3 Welahan pada tahun 2008 dan selesai pada tahun 2011. Pada tahun 2011 sampai tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan ke SMAN 1 Welahan, dan pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur SBMPTN dan memilih minat Perlindungan Tanaman pada tahun 2016.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Dasar Perlindungan Tanaman (2015/2016 dan 2016/2017), Hama dan Penyakit Penting Tanaman (2016/2017 dan 2017/2018), Teknologi Pupuk dan Pemupukan (2016/2017), Manajemen Agroekosistem (2016/2017), Manajemen Hama dan Penyakit Terpadu (2017/2018), dan Pertanian Berlanjut (2017/2018). Penulis pernah aktif dalam kepanitiaan Pekan Riset dan Ilmiah Mahasiswa (PRISMA) 6 sebagai Anggota Divisi Konsumsi (2016) dan *Plant Protection Olympiad* (PPO) sebagai Anggota Divisi *Liasion Organizer* (LO) (2017). Penulis juga pernah menjadi anggota dalam Organisasi FARMERS (2015).

Penulis pernah meraih penghargaan sebagai Juara Umum dan Juara 3 Lomba Cerdas Cermat dalam *Plant Protection Day* (PPD) di Universitas Padjajaran (2017) dan Finalis Lomba Cepat Tepat Jambore Perlindungan Tanaman Indonesia (JPTI) di Institut Pertanian Bogor (2017).

## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN .....	i
SUMMARY .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
RIWAYAT HIDUP .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Hipotesis Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1 Klasifikasi <i>T. castaneum</i> .....	3
2.2 Bioekologi <i>T. castaneum</i> .....	3
2.3 Arti Penting Hama <i>T. castaneum</i> .....	6
2.4 Peranan Bentuk Fisik dan Kimia Pakan dalam Kehidupan Serangga .....	7
2.5 Deskripsi Beras Putih dan Hitam .....	8
III. METODE PELAKSANAAN .....	9
3.1 Tempat dan Waktu .....	9
3.2 Alat dan Bahan .....	9
3.3 Metode Penelitian .....	9
3.4 Analisis Data .....	13
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	14
4.1 Hasil .....	14
4.1.1 Pertumbuhan Populasi <i>T. castaneum</i> pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung .....	14
4.1.2 Perkembangan <i>T. castaneum</i> pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung .....	19
4.2 Pembahasan Umum .....	22
V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	24
5.1 Kesimpulan .....	24
5.2 Saran .....	24
DAFTAR PUSTAKA .....	25
LAMPIRAN .....	30

## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perlakuan Jenis Pakan pada Penelitian Pertumbuhan Populasi dan Perkembangan <i>T. castaneum</i> .....	11
2.	Rerata Mortalitas Imago <i>T. castaneum</i> yang Diinfestasikan pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung .....	14
3.	Rerata Jumlah Telur <i>T. castaneum</i> pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung .....	14
4.	Rerata Jumlah Larva <i>T. castaneum</i> pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung .....	16
5.	Rerata Jumlah Pupa <i>T. castaneum</i> pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung .....	17
6.	Rerata Jumlah Imago Baru <i>T. castaneum</i> pada Beras Putih Butiran Patah dan Tepung, serta Beras Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung .....	18
7.	Rerata Lama Stadium Telur, Larva, dan Pupa <i>T. castaneum</i> pada Beras Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung, serta Tepung Beras Putih .....	19
8.	Rerata Praoviposisi dan Siklus Hidup <i>T. castaneum</i> pada Beras Hitam Utuh, Patah, dan Tepung, serta Tepung Beras Putih .....	20
Lampiran		
1.	Hasil Uji Proksimat Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung .....	34
2.	Hasil Uji Fenol Total Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung .....	34
3.	Analisis Ragam Mortalitas Imago <i>T. castaneum</i> yang Diinfestasikan pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung .....	34
4.	Analisis Ragam Jumlah Telur <i>T. castaneum</i> pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung .....	34
5.	Analisis Ragam Jumlah Larva <i>T. castaneum</i> pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung .....	35
6.	Analisis Ragam Jumlah Pupa <i>T. castaneum</i> pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung .....	35
7.	Analisis Ragam Jumlah Imago Baru <i>T. castaneum</i> pada Beras Putih Butiran Patah dan Tepung, serta Beras Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung .....	35

8.	Analisis Ragam Lama Stadium Telur <i>T. castaneum</i> pada Beras Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung, serta Tepung Beras Putih .....	35
9.	Analisis Ragam Lama Stadium Larva <i>T. castaneum</i> pada Beras Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung, serta Tepung Beras Putih .....	36
10.	Analisis Ragam Lama Stadium Pupa <i>T. castaneum</i> pada Beras Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung, serta Tepung Beras Putih .....	36
11.	Analisis Ragam Praoviposisi <i>T. castaneum</i> pada Beras Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung, serta Tepung Beras Putih .....	36
12.	Analisis Ragam Siklus Hidup <i>T. castaneum</i> pada Beras Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung, serta Tepung Beras Putih .....	36
13.	Rerata Suhu dan Kelembapan Harian Laboratorium Hama Tumbuhan pada Tanggal 12 Februari – 25 Juni 2018 .....	37



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Telur <i>T. castaneum</i> .....	3
2.	Larva <i>T. castaneum</i> .....	4
3.	Pupa <i>T. castaneum</i> .....	4
4.	Perbedaan Organ Genitalia pada Pupa <i>T. castaneum</i> , (a) Jantan; (b) Betina.....	5
5.	Imago <i>T. castaneum</i> .....	5
6.	Perbedaan Antena, (a) <i>T. castaneum</i> ; (b) <i>T. confusum</i> .....	6
Lampiran		
1.	Pakan yang Digunakan dalam Penelitian, (a) Beras Putih Butiran Utuh; (b) Beras Hitam Butiran Utuh; (c) Beras Putih Butiran Patah; (d) Beras Hitam Butiran Patah; (e) Tepung Beras Putih; (f) Tepung Beras Hitam .....	31
2.	Hama <i>T. castaneum</i> , (a) Sekumpulan Telur; (b) Sebutir Telur; (c) Larva; (d) Pupa; (e) Pupa Betina; (f) Pupa Jantan; (g) Imago .....	32
3.	Perbedaan Beras Sebelum dan Setelah Terinfestasi <i>T. castaneum</i> : (a) Beras Putih Masih Utuh (Tanpa Lembaga); (b) Kerusakan Beras Putih pada Lembaga; (c) Beras Hitam Masih Terdapat Lembaga; (d) Beras Hitam Tanpa Lembaga .....	33



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beras merupakan komoditas pertanian yang menjadi kebutuhan pokok bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Komoditas ini mempunyai peranan yang sangat penting karena merupakan sumber utama karbohidrat yang bermanfaat untuk menghasilkan energi bagi tubuh (Wiranata *et al.*, 2013). Beras dikenal sebagai makanan pokok yang banyak dikonsumsi oleh warga di dunia, terutama di benua Asia (Mulyani dan Sukei, 2010). Konsumsi beras di Indonesia pada tahun 2014 mencapai 114kg/kapita/tahun dengan jumlah penduduk sekitar 250 juta jiwa (Badan Pusat Statistik, 2015). Beras yang dikonsumsi biasanya disimpan terlebih dahulu di dalam tempat penyimpanan sebagai cadangan bahan pangan. Akan tetapi beras yang berada di dalam tempat penyimpanan dapat mengalami kerusakan baik penurunan kualitas maupun kuantitas. Penurunan kualitas dan kuantitas bahan pangan di dalam tempat penyimpanan dapat disebabkan oleh serangan hama (Hendriwal dan Muetia, 2016).

Hama pascapanen merupakan hama yang menyerang komoditas yang telah berada di tempat penyimpanan. Daerah Asia Tenggara yang beriklim tropis dan lembab, menyebabkan kerusakan beras yang berada di dalam tempat penyimpanan yang disebabkan oleh hama pascapanen diperkirakan 5-30% (Talpur *et al.*, 2018). Salah satu hama yang menyerang beras di dalam tempat penyimpanan ialah *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae) (Rees, 2004).

Hama *T. castaneum* merupakan salah satu hama pascapanen yang bersifat kosmopolit, artinya hama ini memiliki persebaran yang luas dan dapat ditemukan di seluruh belahan dunia (Padin *et al.*, 2013; Devi dan Devi, 2015). Hama *T. castaneum* dapat menyebabkan kerusakan secara fisik dan kimiawi. Kerusakan secara fisik dapat terjadi karena serangga memakan dan merusak struktur fisik bahan pakan, seperti berlubang dan hancur. Sedangkan kerusakan secara kimiawi karena serangga menyebabkan penurunan kualitas bahan pakan. Bahan pakan yang sering terinfestasi oleh hama *T. castaneum* ialah berupa biji-bijian dan tepung dari produk sereal (Guritno, 2011). Bahan pakan yang berbeda diduga akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hama pascapanen.

Pertumbuhan dan perkembangan hama pascapanen dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, salah satunya ialah faktor pakan (Wilbur, 1971). Faktor pakan yang mempengaruhi kelangsungan hidup dari hama pascapanen ialah faktor fisik dan kimia. Faktor fisik meliputi kondisi struktural dari bahan pakan dan faktor kimia meliputi senyawa yang terkandung dalam bahan pakan tersebut (Yasin, 2009). Berbagai jenis dan varietas biji-bijian diduga menunjukkan tingkat kesesuaian yang berbeda bagi pertumbuhan dan perkembangan hama pascapanen.

Berbagai varietas beras *Oryza sativa* L. (Poaceae) secara periodik terus dikembangkan dan diproduksi di Indonesia. Setiap jenis dan varietas beras tersebut diduga mempunyai sifat genetik yang beragam dengan karakteristik fisik dan kandungan nutrisi yang berbeda (Rondom *et al.*, 2014). Pengaruh berbagai jenis dan bentuk beras terhadap kesesuaian pertumbuhan populasi dan perkembangan *T. castaneum* belum banyak diketahui, sehingga penelitian mengenai pertumbuhan dan perkembangan hama *T. castaneum* pada berbagai jenis dan bentuk beras perlu dikaji. Penelitian ini dilakukan pada dua jenis beras ialah beras putih dan beras hitam dalam bentuk butiran utuh, patah dan tepung.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pertumbuhan populasi dan perkembangan hama *T. castaneum* pada dua jenis beras ialah beras putih dan beras hitam dalam bentuk butiran utuh, patah, dan tepung.

### 1.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini ialah bahwa pertumbuhan populasi dan perkembangan hama *T. castaneum* pada tepung beras hitam lebih baik daripada tepung beras putih, beras putih butiran utuh, beras hitam butiran utuh, beras putih butiran patah, dan beras hitam butiran patah.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pertumbuhan populasi dan perkembangan hama *T. castaneum* pada dua jenis beras ialah beras putih dan beras hitam dalam bentuk butiran utuh, patah, dan tepung, sehingga dapat dijadikan sebagai dasar rekomendasi pengelolaan yang tepat.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Klasifikasi *T. castaneum*

Hama *T. castaneum* termasuk dalam Kingdom: Animalia, Filum: Arthropoda, Kelas: Insekta, Ordo: Coleoptera, Famili: Tenebrionidae, Genus: Tribolium, dan Spesies: *Tribolium castaneum* (Pfadt, 1971). Hama *T. castaneum* dikenal sebagai kumbang tepung merah (*rust-red flour beetle* atau *red flour beetle*) (Rees, 2004).

### 2.2 Bioekologi *T. castaneum*

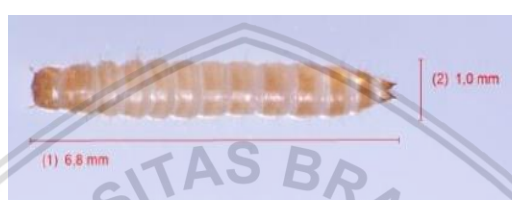
Hama *T. castaneum* merupakan salah satu hama pascapanen yang bersifat kosmopolit, artinya hama ini memiliki persebaran yang luas dan dapat ditemukan di seluruh belahan dunia (Padin *et al.*, 2013; Devi dan Devi, 2015). Hama *T. castaneum* bermetamorfosis sempurna (holometabola) yang berkembang melalui fase telur, larva, pupa, dan imago (Rees, 2004). Siklus hidup hama *T. castaneum* berlangsung selama 20 hari pada kondisi optimum, pada lingkungan dengan suhu 35,0-37,5°C dan *relative humidity* (RH) lebih dari 70%. Hama *T. castaneum* dapat hidup pada kisaran suhu 22-40°C dan RH lebih dari 1% (Rees, 2004).

**Telur.** Telur berwarna putih dan berukuran kecil, diletakkan diantara partikel makanan. Ukuran panjang telur rata-rata 0,42-0,65 mm dan lebar 0,13-0,33 mm (Gambar 1) (Devi dan Devi, 2015). Ketika diletakkan, telur-telur tersebut dilapisi oleh zat yang lengket yang dapat menyebabkan telur melekat pada bahan simpanan, sehingga telur sulit dilihat (Pfadt, 1971). Periode telur kurang lebih 4 hari (Sreeramoju *et al.*, 2016).



Gambar 1. Telur *T. castaneum* (Prabowo, 2017)

**Larva.** Larva *T. castaneum* berukuran 6-7 mm, bertipe *elateriform* yaitu berbentuk silinder panjang dengan kutikula kasar, bertangkai pendek, dan larva bergerak aktif pada bahan simpan (Rees, 2004). Larva *T. castaneum* mempunyai bentuk khas ialah adanya tonjolan runcing pada ruas terakhir dari abdomen yang disebut *Urogomphi*. Larva mempunyai 6 tungkai berwarna abu-abu kekuningan sampai kecoklatan (Gambar 2) (Sreeramoju *et al.*, 2016). Larva mengalami 6-7 kali pertukaran kulit tergantung pakan, temperatur, dan RH (Devi dan Devi, 2015). Periode larva kurang lebih 12-14 hari (Sreeramoju *et al.*, 2016).



Gambar 2. Larva *T. castaneum* (Wulansari, 2018)

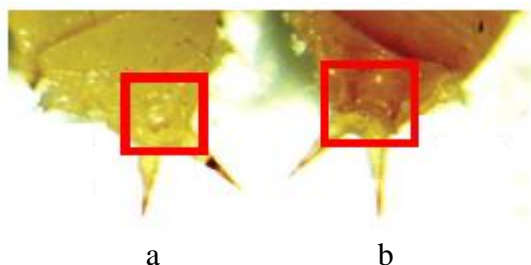
**Pupa.** Pupa hampir sama dengan larva instar akhir, pertama-tama berwarna putih, lama-kelamaan berubah menjadi kuning kecoklatan kemudian berubah menjadi merah kecoklatan dengan ukuran panjangnya 3,5-4,23 mm (Gambar 3). Pupa *T. castaneum* bertipe *exarate*, bagian luar (*appendages*) tidak terkapsulasi (Good, 1936). Periode pupa kurang lebih 4-5 hari (Good, 1936; Sreeramoju *et al.*, 2016).



Gambar 3. Pupa *T. castaneum* (Prabowo, 2017)

Perbedaan antara jantan dan betina dari hama *T. castaneum* salah satunya dengan melihat organ genitalia pada saat fase pupa, mengingat kenampakan imago jantan dan betina *T. castaneum* yang serupa. Serangga jantan memiliki organ genitalia pupa (*papillae*) berbentuk menyerupai ujung jari dan berukuran

lebih kecil daripada *papillae* pada betina, sedangkan serangga betina memiliki *papillae* dengan bentuk menyerupai dua jari (Gambar 4) (Good, 1936; Sreeramoju *et al.*, 2016).



Gambar 4. Perbedaan Organ Genitalia pada Pupa *T. castaneum*: (a) Jantan; (b) Betina (Brown *et al.*, 2009; Sreeramoju *et al.*, 2016)

**Imago.** Ukuran tubuh imago *T. castaneum* 2,3-4,4 mm (Hagstrum dan Subramanyam, 2006). Bentuk tubuh membujur datar, berwarna coklat kemerahan, antena dengan 3 ruas membentuk *club (capitate)* (Gambar 5) (Rees, 2004; Baldwin dan Fasulo, 2003). Imago berada di dalam bahan pangan dapat bertelur rata-rata 150-600 butir (Hill, 2003). Imago *T. castaneum* dapat hidup 2-3 tahun dibawah temperatur yang sesuai (Rees, 2004).



Gambar 5. Imago *T. castaneum* (Prabowo, 2017)

Serangga *T. castaneum* memiliki kenampakan fisik yang hampir serupa dengan *Tribolium confusum* Jacquelin duVal (Coleoptera: Tenebrionidae). Perbedaan antara keduanya dapat dilihat salah satunya dari antena. Serangga *T. castaneum* memiliki antena dengan tiga ruas terakhirnya yang membesar, sedangkan *T. confusum* memiliki antena dengan ruas yang membesar secara berurutan dari pangkal hingga ke ujungnya (Gambar 6) (Rees, 2004).





Gambar 6. Perbedaan Antena: (a) *T. castaneum*; (b) *T. confusum* (Baldwin dan Fasulo, 2003)

Anggota-anggota genus *Tribolium* ialah kumbang-kumbang yang memiliki warna coklat. Imago atau kumbang dewasa dan larva umumnya hidup pada tepung, jagung, biji-bijian, buah yang kering, dan material-material yang serupa (Triplehorn dan Johnson, 2005). Hama *T. castaneum* dalam meletakkan telur pertama kali setelah dipasangkan atau praoviposisi paling cepat ialah sepuluh hari dan dapat meletakkan telur 2-3 butir setiap hari (Howe, 1956). Selain aktivitas dalam peletakan telur, hama *T. castaneum* dapat bergerak bebas pada kadar air pakan 14% dan suhu 25°C (Surtees, 1963).

### 2.3 Arti Penting Hama *T. castaneum*

Hama *T. castaneum* merupakan hama penting yang sering ditemukan pada penyimpanan berbagai komoditas pangan. Serangga ini merupakan serangga yang aktif terbang dan sangat cepat mengkolonisasi lingkungan untuk berkembangbiak dan mencari makan. Hama *T. castaneum* merupakan hama yang bersifat kosmopolit dan termasuk *external feeder* pada tepung dan sereal lainnya (Kucerova *et al.*, 2013). Selain sereal, *T. castaneum* juga menyerang komoditas lain seperti kacang tanah, rempah-rempah, kopi, buah coklat, dan buah yang kering. Kondisi optimum untuk perkembangbiakan *T. castaneum* ialah suhu 35,0-37,5°C dan RH lebih dari 70% (Rees, 2004).

Serangga dewasa bersifat kanibalistik baik pada sesamanya maupun pada serangga-serangga lain, telur, dan pupa (Wong dan Lee, 2011). Populasi imago *T. castaneum* semakin meningkat dengan bertambahnya lama periode penyimpanan beras (Dharmaputra *et al.*, 2014).

Kerusakan yang ditimbulkan oleh serangan hama *T. castaneum* dapat berupa kerusakan fisik dan kimiawi. Kerusakan secara fisik terjadi akibat

kontaminasi bahan pangan oleh kotoran, bagian tubuh serangga, dan bau kotoran. Kerusakan secara kimiawi menyebabkan penurunan kualitas bahan pangan. Bahan pangan yang disimpan dapat mengalami beberapa perubahan kimiawi yang dapat merubah rasa dan nutrisi (Guritno, 2011). Kerusakan akibat serangan hama *T. castaneum* pada beras dapat mencapai 96,36% dan menimbulkan aroma beras menjadi apek (Wagiman, 1999) karena sekresi *benzoquinones* dari kelenjar perut (Singh dan Prakash, 2015).

## 2.4 Peranan Bentuk Fisik dan Kimia Pakan dalam Kehidupan Serangga

Pakan merupakan faktor yang mempengaruhi hama dalam memilih sumber makanan, tempat berlindung, dan bertelur. Pakan harus tersedia dalam jumlah yang cukup dan sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan hama pascapanen. Hama pascapanen tertarik pada sumber makanan karena aroma komoditas yang disimpan. Imago betina akan bergerak untuk mencari sumber makanan yang sesuai berdasarkan aroma komoditas yang dikeluarkan (Olsson, 2001), kemudian meletakkan telur di sekitar sumber makanan (Sjam, 2014).

Hama *T. castaneum* yang merupakan hama sekunder lebih menyukai bahan pakan dengan ukuran yang lebih kecil karena hama ini tidak memiliki kemampuan untuk menyerang atau merusak bahan pakan berbentuk utuh (Li dan Arbogast, 1991; Turaki *et al.*, 2007).

Nutrisi yang dibutuhkan serangga meliputi protein, karbohidrat, lipid, vitamin, dan mineral (Cohen, 2015). Hama *T. castaneum* menyukai pakan dengan kandungan protein yang lebih tinggi karena protein merupakan unsur esensial yang dibutuhkan oleh imago betina untuk memproduksi telur (Pimentel *et al.*, 1965; Hendrival *et al.*, 2016). Selain itu hama *T. castaneum* memerlukan kelompok vitamin B yang berfungsi sebagai kofaktor enzim dalam proses metabolisme (Chapman, 2013). Kebutuhan nutrisi bagi serangga dapat berubah sesuai dengan masa pertumbuhan, reproduksi, diapause, dan migrasi (Chapman, 2013).

Senyawa kimia yang dibutuhkan serangga selain nutrisi ialah senyawa volatil. Senyawa volatil merupakan zat atau campuran zat yang berasal dari bahan pakan dan mudah menguap melalui udara. Senyawa ini terdiri dari 5-20 rantai

atom karbon dan berbagai kelompok fungsional, misalnya keton, aldehid, ester, dan alkohol. Senyawa volatil dapat berfungsi sebagai atraktan dan repellen bagi serangga (Dethier *et al.*, 1960).

## 2.5 Deskripsi Beras Putih dan Hitam

Beras merupakan komoditas pertanian yang menjadi kebutuhan pokok bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Komoditas ini mempunyai peranan yang sangat penting karena merupakan sumber utama karbohidrat yang bermanfaat untuk menghasilkan energi bagi tubuh (Wiranata *et al.*, 2013).

Beras merupakan bagian bulir padi (gabah) yang telah dipisahkan dari sekam (Wiranata *et al.*, 2013). Beras yang telah melalui proses penggilingan pertama atau setelah dipisahkan dari sekamnya disebut beras pecah kulit atau beras coklat, sedangkan beras yang telah melalui proses penyosohan atau dihilangkan bagian lembaganya disebut beras giling (Wang dan Luh, 1991). Salah satu bentuk olahan beras paling sederhana ialah pembuatan tepung beras. Tepung merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan, karena akan lebih tahan simpan, mudah dicampur (dibuat komposit), diperkaya zat gizi (difortifikasi), dibentuk, dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang serba praktis (Indriyani *et al.*, 2013).

Beras putih varietas IR 64 merupakan varietas introduksi dari IRRI yang biasanya sering ditanam oleh petani di Indonesia dengan kadar amilosa 23,00% (Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, 2010). Sedangkan kandungan karbohidrat 88,81%, protein 10,80%, dan lemak 0,58% (Alviana, 2015).

Beras hitam merupakan salah satu jenis beras yang berwarna ungu pekat yang mendekati hitam. Perikarp atau bagian terluar dari beras merupakan lapisan yang berwarna hitam yang dikenal sebagai antosianin dan antioksidan (Kushwaha, 2016). Antosianin merupakan senyawa flavonoid yang bersifat larut dalam air (Latifah *et al.*, 2011). Kandungan karbohidrat, protein, dan lemak pada beras hitam masing-masing 71,25; 12,03; dan 2,36 % (Alviana, 2015).

### III. METODE PELAKSANAAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT), Fakultas Pertanian (FP), Universitas Brawijaya (UB) pada bulan Februari hingga Juni 2018.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk penelitian ini ialah mikroskop, tabung kaca untuk perlakuan (d=6,5 cm, t=9,5 cm), tabung kaca untuk sterilisasi pakan (d=15 cm, t=17 cm), kotak perbanyakan serangga (p=11,5 cm, l=11,5 cm, t=12,0 cm), cawan Petri kaca (d=9,0 cm, t=1,5 cm), tabung kecil (d=3 cm, t=3 cm), nampan, timbangan digital, kain kasa, karet gelang, *freezer*, oven, lemari pendingin, *hand counter*, termohigrometer, kuas ukuran 00, saringan *nylon* ukuran 50 mesh (0,297 mm), dan kamera digital.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah beras putih varietas IR 64, beras hitam varietas Hare Kwa, tepung terigu, ragi (*yeast*), kertas label, dan imago *T. castaneum*.

#### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap ialah persiapan dan pelaksanaan penelitian. Tahap pertama ialah persiapan penelitian yang meliputi penyediaan pakan, sterilisasi pakan, analisis proksimat beras, analisis fenol beras, dan perbanyakan serangga. Sedangkan untuk tahap kedua ialah pelaksanaan penelitian dengan melakukan pengamatan terhadap pertumbuhan populasi dan perkembangan *T. castaneum* pada beras putih dan hitam butiran utuh, patah, dan tepung.

##### 1. Persiapan Penelitian

##### Penyediaan Pakan Serangga

Pakan yang digunakan untuk perbanyakan serangga *T. castaneum* ialah tepung terigu dan ragi. Tepung terigu dan ragi diperoleh dari swalayan di daerah Malang. Kemudian media pakan yang digunakan untuk penelitian ini ada dua varietas beras ialah beras putih varietas IR 64 dan beras hitam varietas Hare Kwa yang diperoleh dari kelompok tani di Desa Sumberngepoh, Kecamatan Lawang,

Kabupaten Malang. Masing-masing varietas beras tersebut diteliti dalam bentuk butiran utuh, patah, dan tepung. Bentuk utuh merupakan beras yang telah dipisahkan dari sekam (beras hitam) dan yang tidak terdapat bagian lembaga (beras putih atau beras giling). Bentuk patah merupakan beras yang berukuran lebih besar dari 25% dan lebih kecil dari 75% bagian beras utuh. Sedangkan bentuk tepung didapatkan dari hasil penggilingan beras menjadi tepung.

### **Sterilisasi Pakan Serangga**

Sterilisasi pakan dilakukan berdasarkan metode Heinrichs *et al.* (1985) yang bertujuan agar pakan yang digunakan dalam penelitian tidak terkontaminasi oleh organisme lain. Sebelum disterilisasi pakan dimasukkan ke dalam tabung kaca. Sterilisasi dilakukan menggunakan *freezer* dengan suhu  $-15^{\circ}\text{C}$  selama tujuh hari kemudian dipindahkan ke lemari pendingin dengan suhu  $5^{\circ}\text{C}$  selama tujuh hari dan dipindahkan di ruangan dengan suhu  $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama dua minggu.

### **Analisis Proksimat Beras**

Analisis proksimat bertujuan untuk mengetahui nilai kandungan karbohidrat, protein, lemak, kadar air, dan abu pada beras. Analisis proksimat dilakukan di Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian (FTP), UB.

### **Analisis Fenol Beras**

Analisis fenol pada masing-masing perlakuan dalam penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan Hasil Pertanian, FTP, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat fenol total yang dikeluarkan oleh setiap jenis pakan.

### **Perbanyakan Serangga Hama *T. castaneum***

Perbanyakan serangga hama *T. castaneum* dilakukan di Laboratorium Hama Tumbuhan Jurusan HPT, FP, UB dimulai dengan pemeliharaan serangga hama yang dilakukan di dalam tabung perbanyakan ( $p=11,5$  cm,  $l=11,5$  cm,  $t=12,0$  cm). Serangga untuk perbanyakan diperoleh dari koleksi Laboratorium Hama Tumbuhan, Jurusan HPT, FP, UB. Identifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa spesies yang digunakan dalam perbanyakan ialah *T. castaneum*.



Pakan yang digunakan dalam perbanyakan *T. castaneum* ialah tepung terigu dan ragi dengan perbandingan 95%:5% (Wong dan Lee, 2011; Mostakin dan Khan, 2014). Penambahan ragi berfungsi untuk menambah nutrisi pakan (Sacakli *et al.*, 2013). Pakan yang telah dipersiapkan dimasukkan ke dalam tabung perbanyakan dan dicampur hingga rata, kemudian diinfestasikan 100 imago *T. castaneum* tanpa membedakan imago betina dan jantan (Semeao *et al.*, 2011). Permukaan atas tabung perbanyakan ditutup dengan kain kasa untuk menghindari imago *T. castaneum* keluar serta menghindari kontaminasi oleh serangga lain. Imago dikeluarkan dari dalam tabung setelah tujuh hari infestasi. Telur yang diletakkan oleh imago *T. castaneum* pada pakan ditunggu hingga menetas dan berkembang menjadi pupa. Untuk membedakan antara jantan dan betina, dilakukan pengamatan organ genitalia pada fase pupa. Pupa jantan dan betina yang telah diidentifikasi dipindahkan ke tabung perbanyakan yang berbeda dan ditunggu hingga menjadi imago baru. Imago baru yang digunakan dalam penelitian ialah yang berumur 1-2 minggu.

## 2. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian pertumbuhan populasi dan perkembangan hama *T. castaneum* menggunakan metode *no choice test* yang bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan hama *T. castaneum* pada dua varietas beras dengan tiga bentuk yang berbeda (Tabel 1). Penelitian ini diatur dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat kali ulangan.

Tabel 1. Perlakuan Jenis Pakan pada Penelitian Pertumbuhan Populasi dan Perkembangan *T. castaneum*

Kode Perlakuan	Perlakuan Pakan
P1	Beras Putih Butiran Utuh
P2	Beras Hitam Butiran Utuh
P3	Beras Putih Butiran Patah
P4	Beras Hitam Butiran Patah
P5	Tepung Beras Putih
P6	Tepung Beras Hitam

Penelitian ini diawali dengan menimbang masing-masing pakan yang telah disterilisasi sebanyak 30 g. Pakan tersebut dimasukkan ke dalam tabung perlakuan (d=6,5 cm, t=9,5 cm). Masing-masing perlakuan diinfestasikan 15 pasang imago



*T. castaneum* yang berumur 1-2 minggu dari hasil perbanyakan (Heinrichs *et al.*, 1985). Tabung perlakuan ditutup dengan kain kasa untuk menghindari imago *T. castaneum* keluar tabung serta menghindari kontaminasi oleh tungau dan serangga lain. Pakan tersebut diinfestasikan selama tujuh hari untuk memberi kesempatan imago *T. castaneum* meletakkan telur. Tabung kaca tersebut kemudian diletakkan di ruang laboratorium.

Penelitian *T. castaneum* pada beras putih dan hitam butiran utuh, patah, dan tepung terdiri dari dua pengamatan ialah pertumbuhan populasi dan perkembangan *T. castaneum*. Variabel pengamatan untuk pertumbuhan populasi meliputi mortalitas imago, jumlah telur, larva, pupa, dan imago baru. Sedangkan variabel pengamatan untuk perkembangan meliputi praoviposisi, lama stadium perkembangan dengan menghitung lama stadium telur, larva, dan pupa, serta siklus hidup.

#### **Pertumbuhan Populasi Hama *T. castaneum***

**Mortalitas Imago.** Mortalitas imago dihitung pada hari ke-7 setelah infestasi. Penghitungan dilakukan dengan menggunakan cawan Petri, kemudian semua imago *T. castaneum* dipindahkan dari cawan Petri ke wadah yang telah disediakan. Imago yang mati dipisahkan dari imago yang hidup, kemudian dihitung jumlahnya. Setelah proses penghitungan selesai, pakan yang telah terinfestasi telur dimasukkan kembali ke dalam tabung perlakuan.

**Jumlah Telur, Larva, Pupa, dan Imago Baru.** Jumlah telur dihitung pada hari ke-7 setelah infestasi. Pengambilan telur pada tepung beras menggunakan bantuan saringan *nylon* ukuran 50 *mesh* (0,297 mm). Jumlah telur dihitung menggunakan bantuan *hand counter* dengan diamati dibawah mikroskop. Setelah proses penghitungan selesai, pakan yang telah terinfestasi telur dimasukkan kembali ke dalam tabung perlakuan. Jumlah larva, pupa, dan imago baru dihitung dengan cara yang sama dengan penghitungan jumlah telur. Jumlah larva dihitung pada hari ke-25 setelah infestasi dan jumlah pupa dihitung pada hari ke-28 setelah infestasi. Jumlah imago baru dihitung setiap hari sejak kemunculan imago pertama kali hingga tidak ada lagi imago baru yang muncul.

### **Perkembangan Hama *T. castaneum***

**Praoviposisi.** Pengamatan praoviposisi dilakukan dengan menempatkan ke dalam tabung (d=3 cm, t=3 cm) sepasang imago baru (F1) dari hasil pengamatan pertumbuhan populasi yang terbentuk pada hari yang sama ditunggu hingga meletakkan telur pertama kali.

**Lama Stadium Perkembangan.** Pengamatan perkembangan *T. castaneum* dilakukan dengan menggunakan imago dari hasil pengamatan pertumbuhan populasi. Perkembangan hama *T. castaneum* pada penelitian ini diamati dengan menghitung lama stadium telur, larva, dan pupa. Pengamatan dilakukan dengan mengambil 10 butir telur dari setiap perlakuan, kemudian di pindahkan ke dalam tabung (d=3 cm, t=3 cm) pada masing-masing perlakuan dan diberi pakan sesuai perlakuan. Apabila telur sudah menetas menjadi larva, dipindahkan ke dalam tabung baru dengan satu tabung untuk satu larva dan diberi pakan sesuai perlakuan. Lama stadium telur diamati dengan melakukan pencatatan waktu yang dibutuhkan hingga telur menetas menjadi larva. Stadium larva diamati sejak larva pertama kali menetas dari telur hingga larva berubah menjadi pupa. Stadium pupa diamati sejak pupa pertama kali terbentuk hingga menjadi imago baru.

### **3.4 Analisis Data**

Semua data yang diperoleh dari pengamatan pertumbuhan dan perkembangan *T. castaneum* dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf kesalahan 5% menggunakan perangkat lunak Microsoft Office® Excel 2007 dengan program tambahan DSAASTAT® versi 1.101. Apabila hasil analisis menunjukkan pengaruh yang nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf kesalahan 5%. Uji normalitas data menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 20.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Pertumbuhan Populasi *T. castaneum* pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung

Hasil analisis ragam terhadap mortalitas imago *T. castaneum* yang diinfestasikan pada beras putih dan hitam butiran utuh, patah, dan tepung tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (Tabel Lampiran 3). Rerata mortalitas imago *T. castaneum* berkisar antara 5,32% hingga 11,99% (Tabel 2).

Tabel 2. Rerata Mortalitas Imago *T. castaneum* yang Diinfestasikan pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung

Perlakuan	Rerata Mortalitas Imago <i>T. castaneum</i> (%) ( $\bar{x} \pm SB$ )
Beras Putih Butiran Utuh	5,99 $\pm$ 3,65
Beras Hitam Butiran Utuh	6,66 $\pm$ 7,81
Beras Putih Butiran Patah	5,32 $\pm$ 1,82
Beras Hitam Butiran Patah	7,99 $\pm$ 5,05
Tepung Beras Putih	10,66 $\pm$ 8,62
Tepung Beras Hitam	11,99 $\pm$ 4,47

Keterangan: Data ditransformasi dalam bentuk  $\sqrt{x+0,5}$  untuk kepentingan analisis,  $\bar{x}$  = rerata, dan SB = simpangan baku

Hasil analisis ragam terhadap jumlah telur *T. castaneum* menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata (Tabel Lampiran 4). Rerata jumlah telur *T. castaneum* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Jumlah Telur *T. castaneum* pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung

Perlakuan	Rerata Jumlah Telur (Butir) ( $\bar{x} \pm SB$ )
Beras Putih Butiran Utuh	153,80 $\pm$ 45,96 ab
Beras Hitam Butiran Utuh	142,60 $\pm$ 20,32 ab
Beras Putih Butiran Patah	177,20 $\pm$ 24,34 b
Beras Hitam Butiran Patah	138,80 $\pm$ 34,59 a
Tepung Beras Putih	786,00 $\pm$ 61,85 b
Tepung Beras Hitam	814,40 $\pm$ 147,05 b

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan Uji BNT pada taraf kesalahan 5%,  $\bar{x}$  = rerata, dan SB = simpangan baku  
Data ditransformasi dalam bentuk Log (X) untuk kepentingan analisis

Pada Tabel 3 terlihat bahwa rerata jumlah telur lebih tinggi (814,40 butir) pada pakan tepung beras hitam dibandingkan rerata jumlah telur pada pakan tepung beras putih, beras putih butiran patah, beras putih butiran utuh, beras hitam butiran utuh, dan beras hitam butiran patah masing-masing sebesar 786,00; 177,20; 153,80; 142,60; dan 138,80 butir yang tidak berbeda nyata dengan pakan tepung beras putih, beras putih butiran patah, beras putih butiran utuh, dan beras hitam butiran utuh masing-masing sebesar 786,00; 177,20; 153,80; dan 142,60 butir. Rerata jumlah telur lebih rendah (138,80 butir) pada pakan beras hitam butiran patah dibandingkan rerata jumlah telur pada pakan beras hitam butiran utuh, beras putih butiran utuh, beras putih butiran patah, tepung beras putih, dan tepung beras hitam masing-masing sebesar 142,60; 153,80; 177,20; dan 786,00 butir yang tidak berbeda nyata dengan pakan beras hitam butiran utuh dan beras putih butiran utuh masing-masing sebesar 142,60 butir dan 153,80 butir. Perbedaan jumlah telur pada setiap perlakuan pakan diduga disebabkan oleh kandungan nutrisi pada pakan yang berbeda.

Berdasarkan hasil uji proksimat pakan, kandungan nutrisi berupa protein pada pakan tepung beras hitam, tepung beras putih, dan beras putih butiran patah dapat dikatakan tinggi masing-masing sebesar 6,94; 6,78; dan 6,68%. Hama *T. castaneum* lebih menyukai pakan dengan kandungan protein tinggi, karena protein merupakan unsur esensial yang dibutuhkan oleh imago betina untuk produksi telur (Pimentel *et al.*, 1965; Hendrival *et al.*, 2016). Semakin tinggi jumlah protein pada pakan maka akan lebih disukai oleh *T. castaneum* untuk merangsang dalam produksi telur. Selain protein, senyawa volatil salah satunya fenol diduga mempengaruhi jumlah telur yang diletakkan oleh imago betina. Senyawa volatil dapat berfungsi sebagai atraktan atau penarik bagi serangga (Dethier *et al.*, 1960). Hasil uji korelasi menunjukkan terdapat hubungan positif antara jumlah telur dengan kandungan fenol pada pakan ( $r=0,437$ ;  $P=0,01$ ), dan dari hasil uji proksimat pakan, kandungan fenol total pada tepung beras hitam lebih tinggi sebesar 0,67% dibandingkan dengan pakan yang lain.

Hasil analisis ragam terhadap jumlah larva *T. castaneum* menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata (Tabel Lampiran 5). Rerata jumlah larva *T. castaneum* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Jumlah Larva *T. castaneum* pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung

Perlakuan	Rerata Jumlah Larva (Ekor) ( $\bar{x} \pm SB$ )
Beras Putih Butiran Utuh	92,60 $\pm$ 21,89 a
Beras Hitam Butiran Utuh	95,20 $\pm$ 21,45 a
Beras Putih Butiran Patah	105,80 $\pm$ 21,24 a
Beras Hitam Butiran Patah	104,00 $\pm$ 25,70 a
Tepung Beras Putih	593,20 $\pm$ 75,31 b
Tepung Beras Hitam	763,60 $\pm$ 183,37 b

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan Uji BNT pada taraf kesalahan 5%,  $\bar{x}$  = rerata, dan SB = simpangan baku  
Data ditransformasi dalam bentuk Log (X) untuk kepentingan analisis

Pada Tabel 4 terlihat bahwa rerata jumlah larva lebih tinggi (763,60 ekor) pada pakan tepung beras hitam dibandingkan rerata jumlah telur pada pakan tepung beras putih, beras putih butiran patah, beras hitam butiran patah, beras hitam butiran utuh, dan beras putih butiran utuh masing-masing sebesar 593,20; 105,80; 104,00; 95,20; dan 92,60 ekor yang tidak berbeda nyata dengan pakan tepung beras putih sebesar 593,20 ekor. Rerata jumlah larva lebih rendah (92,60 ekor) pada pakan beras putih butiran utuh dibandingkan rerata jumlah larva pada beras hitam butiran utuh, beras hitam butiran patah, beras putih butiran patah, tepung beras putih, dan tepung beras hitam masing-masing sebesar 95,20; 104,00; 105,80; 593,20; 763,60 ekor yang tidak berbeda nyata dengan pakan beras hitam butiran utuh, beras hitam butiran patah, dan beras putih butiran patah masing-masing sebesar 95,20; 104,00; dan 105,80 ekor. Tingginya jumlah larva pada pakan tepung beras hitam dan tepung beras putih diduga disebabkan oleh keberhasilan telur menetas menjadi larva. Faktor yang mempengaruhi keberhasilan telur menetas menjadi larva salah satunya ialah faktor fisik pakan. Pakan berbentuk tepung mempengaruhi larva *T. castaneum* untuk bertahan hidup karena mudahnya dalam melakukan aktivitas makan. Jenis dan bentuk pakan secara signifikan mempengaruhi jumlah larva yang terbentuk dan mampu bertahan hidup (Achmadun, 2007; Ahmad, 2012).

Hasil analisis ragam terhadap jumlah pupa *T. castaneum* menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata (Tabel Lampiran 6). Rerata jumlah pupa *T. castaneum* disajikan pada Tabel 5.



Tabel 5. Rerata Jumlah Pupa *T. castaneum* pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung

Perlakuan	Rerata Jumlah Pupa (Ekor) ( $\bar{x} \pm SB$ )
Beras Putih Butiran Utuh	0,00 $\pm$ 0,00 a
Beras Hitam Butiran Utuh	84,40 $\pm$ 30,73 c
Beras Putih Butiran Patah	6,20 $\pm$ 4,26 b
Beras Hitam Butiran Patah	69,40 $\pm$ 19,37 c
Tepung Beras Putih	55,20 $\pm$ 35,31 c
Tepung Beras Hitam	718,20 $\pm$ 168,08 d

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan Uji BNT pada taraf kesalahan 5%,  $\bar{x}$  = rerata, dan SB = simpangan baku

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa rerata jumlah pupa lebih tinggi (718,20 ekor) pada pakan tepung beras hitam dibandingkan rerata jumlah pupa pada pakan tepung beras putih, beras hitam butiran utuh, beras hitam butiran patah, beras putih butiran patah, dan beras putih butiran utuh masing-masing sebesar 55,20; 84,40; 69,40; 6,20; dan 0,00 ekor. Rerata jumlah pupa lebih rendah (0,00 ekor) pada pakan beras putih butiran utuh dibandingkan rerata jumlah pupa pada pakan beras putih butiran patah, tepung beras putih, beras hitam butiran patah, beras hitam butiran utuh, dan tepung beras hitam masing-masing sebesar 6,20; 55,20; 69,40; 84,40; dan 718,20 ekor. Rendahnya jumlah pupa pada pakan beras putih butiran utuh dan beras putih butiran patah disebabkan karena tingginya mortalitas larva. Mortalitas larva pada pakan beras putih butiran utuh dan butiran patah disebabkan oleh kandungan nutrisi pada pakan, salah satunya abu yang dapat dikatakan rendah. Berdasarkan hasil uji proksimat pakan, kandungan abu pada beras putih butiran utuh dan butiran patah masing-masing sebesar 0,35% dan 0,32%.

Hasil uji korelasi menunjukkan terdapat hubungan positif antara jumlah pupa dengan kandungan abu pada pakan ( $r=0,779$ ;  $P=0,01$ ). Abu mengandung berbagai jenis mineral, salah satu mineral yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *Tribolium* ialah fosfor. Larva *T. castaneum* membutuhkan fosfor sebelum pupasi. Apabila kandungan fosfor pada pakan rendah akan mengakibatkan perkembangan *T. castaneum* menjadi lambat dan jumlah populasi menjadi rendah (Nelson dan Palmer, 1935).



. Hasil analisis ragam terhadap jumlah imago baru *T. castaneum* menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata (Tabel Lampiran 7). Rerata jumlah imago baru *T. castaneum* disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata Jumlah Imago Baru *T. castaneum* pada Beras Putih Butiran Patah dan Tepung, serta Beras Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung

Perlakuan	Rerata Jumlah Imago Baru (Ekor) ( $\bar{x} \pm SB$ )
Beras Hitam Butiran Utuh	64,60 $\pm$ 38,16 b
Beras Putih Butiran Patah	4,00 $\pm$ 21,57 a
Beras Hitam Butiran Patah	36,80 $\pm$ 15,17 b
Tepung Beras Putih	36,80 $\pm$ 27,08 b
Tepung Beras Hitam	544,20 $\pm$ 117,39 c

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan Uji BNT pada taraf kesalahan 5%,  $\bar{x}$  = rerata, dan SB = simpangan baku  
Data ditransformasi dalam bentuk Log (X) untuk kepentingan analisis

Pada pengamatan jumlah imago baru, perlakuan pakan beras putih butiran utuh tidak didapatkan data hasil pengamatan karena siklus hidup *T. castaneum* terputus pada fase larva, sehingga perlakuan pakan yang dapat dibandingkan ialah beras hitam butiran utuh, beras putih butiran patah, beras hitam butiran patah, tepung beras putih, dan tepung beras hitam.

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa rerata jumlah imago baru lebih tinggi (544,20 ekor) pada pakan tepung beras hitam dibandingkan rerata jumlah imago baru pada pakan beras hitam butiran utuh, beras hitam butiran patah, tepung beras putih, dan beras putih butiran patah masing-masing sebesar 64,60; 36,80; 36,80; dan 4,00 ekor. Rerata jumlah imago baru lebih rendah (4,00 ekor) pada pakan beras putih butiran patah dibandingkan rerata jumlah imago baru pada pakan beras hitam butiran patah, tepung beras putih, beras hitam butiran utuh, dan tepung beras hitam masing-masing sebesar 36,80; 36,80; 64,60; dan 544,20 ekor. Perbedaan jumlah imago baru yang terbentuk disebabkan oleh ketersediaan nutrisi pada pakan yang berbeda. Menurut Achmadun (2007) jumlah imago yang terbentuk dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dalam pakan dan mortalitas yang terjadi pada fase larva dan pupa. Nutrisi yang berperan dalam pembentukan imago baru salah satunya ialah lemak. Hasil uji korelasi menunjukkan terdapat hubungan positif antara jumlah imago baru dengan kandungan lemak pada pakan ( $r=0,570$ ;

$P=0,01$ ). Lemak berfungsi sebagai dasar pembentukan membran sel (Cohen, 2015). Hasil uji proksimat pakan, kandungan lemak pada pakan tepung beras hitam sebesar 3,13% yang lebih tinggi dibandingkan pakan yang lain, sehingga menyebabkan imago baru yang terbentuk lebih banyak.

#### 4.1.2 Perkembangan *T. castaneum* pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung

Pada pengamatan perkembangan *T. castaneum*, telur yang diamati ialah telur yang berasal dari imago yang telah mendapat pengaruh pakan. Perlakuan pakan pada pengamatan perkembangan *T. castaneum* yang dapat dibandingkan hanyalah pakan beras hitam butiran utuh, beras hitam butiran patah, tepung beras putih, dan tepung beras hitam. Hal tersebut disebabkan karena siklus hidup *T. castaneum* padapakan beras putih butiran utuh terputus pada fase larva, dan pada beras putih butiran patah terputus pada fase imago, sehingga tidak didapatkan imago untuk pengamatan perkembangan.

Hasil analisis ragam terhadap lama stadium telur dan pupa *T. castaneum* tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (Tabel Lampiran 8 dan 10). Sedangkan hasil analisis ragam terhadap lama stadium larva *T. castaneum* menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata (Tabel Lampiran 9). Rerata lama stadium telur, larva, dan pupa *T. castaneum* disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rerata Lama Stadium Telur, Larva, dan Pupa *T. castaneum* pada Beras Hitam Utuh, Patah, dan Tepung, serta Tepung Beras Putih

Perlakuan	Rerata Lama Stadium Telur <sup>1</sup> (Hari) ( $\bar{x} \pm SB$ )	Rerata Lama Stadium Larva (Hari) ( $\bar{x} \pm SB$ )	Rerata Lama Stadium Pupa (Hari) ( $\bar{x} \pm SB$ )
Beras Hitam Butiran Utuh	3,82 $\pm$ 0,57	31,66 $\pm$ 0,86 b	6,99 $\pm$ 0,67
Beras Hitam Butiran Patah	3,41 $\pm$ 0,31	29,66 $\pm$ 1,56 b	6,74 $\pm$ 0,68
Tepung Beras Putih	3,66 $\pm$ 0,76	36,83 $\pm$ 1,64 c	7,08 $\pm$ 0,56
Tepung Beras Hitam	3,24 $\pm$ 0,28	21,27 $\pm$ 1,39 a	6,69 $\pm$ 0,21

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf kesalahan 5%,  $\bar{x}$  = rerata, dan SB = simpangan baku

<sup>1</sup>)Data ditransformasi dalam bentuk Log (X) untuk kepentingan analisis

Pada Tabel 7 diketahui bahwa rerata lama stadium larva *T. castaneum* lebih cepat (21,27 hari) pada pakan tepung beras hitam dibandingkan rerata lama

stadium larva pada pakan beras hitam butiran patah, beras hitam butiran utuh, dan tepung beras putih masing-masing selama 29,66; 31,66; dan 36,83 hari dan rerata stadium larva lebih lama (36,83 hari) pada pakan tepung beras putih dibandingkan rerata lama stadium larva pada pakan beras hitam butiran utuh, beras hitam butiran patah, dan tepung beras hitam masing-masing selama 31,66; 29,66; dan 21,27 hari. Menurut Khair (2002) lama stadium larva pada kondisi optimum ialah 23,2 hari. Stadium larva yang lebih lama pada pakan tepung beras putih diduga disebabkan oleh kandungan nutrisi pada pakan berupa karbohidrat yang tinggi. Karbohidrat diperlukan oleh serangga untuk berkembangbiak, namun apabila jumlahnya berlebih akan menghambat perkembangan *T. castaneum*. Diketahui dari hasil uji proksimat pakan pada tepung beras putih memiliki kandungan karbohidrat sebesar 80,49%, sehingga menyebabkan perkembangan *T. castaneum* pada pakan tersebut menjadi lama. Hasil uji korelasi menunjukkan terdapat hubungan positif antara stadium larva dengan kandungan karbohidrat pada pakan ( $r=0,770$ ). Menurut Lazzari dan Lazzari (2012) perkembangan optimum *T. castaneum* terjadi pada pakan dengan kandungan karbohidrat sebesar 70%.

Hasil analisis ragam terhadap praoviposisi dan siklus hidup *T. castaneum* menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata (Tabel Lampiran11 dan 12). Rerata praoviposisi dan siklus hidup *T. castaneum* disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rerata Praoviposisi dan Siklus Hidup *T. castaneum* pada Beras Hitam Utuh, Patah, dan Tepung, serta Tepung Beras Putih

Perlakuan	Rerata Praoviposisi <sup>1</sup> (Hari) ( $\bar{x} \pm SB$ )	Rerata Siklus Hidup (Hari) ( $\bar{x} \pm SB$ )
Beras Hitam Butiran Utuh	9,02 $\pm$ 0,96 a	50,08 $\pm$ 3,13 b
Beras Hitam Butiran Patah	8,24 $\pm$ 0,73 a	47,99 $\pm$ 1,86 b
Tepung Beras Putih	15,91 $\pm$ 5,01 b	63,66 $\pm$ 5,49 c
Tepung Beras Hitam	9,52 $\pm$ 2,65 a	40,74 $\pm$ 3,41 a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf kesalahan 5%,  $\bar{x}$  = rerata, dan SB = simpangan baku

<sup>1</sup>Data ditransformasi dalam bentuk Log (X) untuk kepentingan analisis

Pada Tabel 8 terlihat bahwa rerata praoviposisi *T. castaneum* lebih cepat (8,24 hari) pada pakan beras hitam butiran patah dibandingkan rerata praoviposisi pada pakan beras hitam butiran utuh, tepung beras hitam, dan tepung beras putih

masing-masing selama 9,02; 9,52; dan 15,91 hari yang tidak berbeda nyata dengan pakan beras hitam butiran utuh dan tepung beras hitam masing-masing selama 9,02 hari dan 9,52 hari, serta rerata praoviposisi lebih lama pada pakan tepung beras putih (15,91 hari) dibandingkan rerata praoviposisi pada pakan tepung beras hitam, beras hitam butiran utuh, dan beras hitam butiran patah masing-masing selama 9,52; 9,02; dan 8,24 hari. Cepatnya waktu peletakan telur *T. castaneum* pada pakan beras hitam butiran patah, beras hitam butiran utuh, dan tepung beras hitam diduga disebabkan oleh kandungan nutrisi pada pakan. Nutrisi berupa protein yang terkandung di dalam pakan dapat mempengaruhi imago *T. castaneum* untuk produksi telur. Hasil uji proksimat pakan (Tabel Lampiran 1) kandungan nutrisi berupa protein pada ketiga beras tersebut dapat dikatakan tinggi, sehingga akan mempengaruhi *T. castaneum* dalam peletakan telur. Nutrisi berupa protein disukai oleh *T. castaneum*, karena protein merupakan unsur esensial yang dibutuhkan oleh imago betina untuk produksi telur (Pimentel *et al.*, 1965; Hendrival *et al.*, 2016).

Lebih lanjut dapat dikemukakan bahwa rerata siklus hidup *T. castaneum* lebih cepat (40,74 hari) pada pakan tepung beras hitam dibandingkan rerata siklus hidup pada pakan beras hitam butiran patah, beras hitam butiran utuh, dan tepung beras putih masing-masing selama 47,99; 50,08; dan 63,66 hari dan rerata siklus hidup lebih lama (63,66 hari) pada perlakuan tepung beras putih dibandingkan rerata siklus hidup pada beras hitam butiran utuh, beras hitam butiran patah, tepung beras hitam masing-masing selama 50,08; 47,99; dan 40,74 hari. Hasil uji korelasi menunjukkan terdapat hubungan korelasi positif antara lama stadium larva dengan siklus hidup *T. castaneum* ( $r=0,899$ ;  $P= 0,01$ ). Semakin lama stadium larva, maka akan semakin lama siklus hidup dari *T. castaneum*. Kualitas pakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi siklus hidup *T. castaneum*. Pada kondisi optimum siklus hidup dari hama *T. castaneum* mencapai 5 minggu pada suhu 30°C (Talpur, 2018). Akan tetapi, apabila kualitas pakan rendah, siklus hidup *T. castaneum* dapat mencapai 45 hari (Wahedi *et al.*, 2015).

#### 4.2 Pembahasan Umum

Berdasarkan hasil penelitian pertumbuhan populasi dan perkembangan *T. castaneum* menunjukkan hasil yang hampir sama. Berdasarkan hasil penelitian pertumbuhan populasi diketahui bahwa *T. castaneum* umumnya lebih banyak meletakkan telur pada pakan berbentuk tepung khususnya tepung beras hitam. Telur yang menetas hingga berubah menjadi imago baru lebih banyak pada tepung beras hitam dibandingkan pakan yang lain. Pertumbuhan populasi yang lebih baik pada tepung beras hitam disebabkan oleh kualitas pakan yang diduga mempengaruhi imago *T. castaneum* dalam melakukan aktivitas merusak dan makan.

Tinggi rendahnya kualitas pakan dapat dilihat pada nutrisi yang terkandung dalam pakan itu sendiri. Imago *T. castaneum* khususnya imago betina lebih menyukai pakan dengan kandungan protein yang tinggi karena dibutuhkan untuk produksi telur (Pimentel *et al.*, 1965; Hendrival *et al.*, 2016). Pakan dengan kandungan nutrisi yang seimbang, diantaranya karbohidrat yang sesuai menyebabkan pertumbuhan *T. castaneum* lebih cepat, serta kandungan lemak pada pakan dapat membantu dalam proses pergantian kulit (*molting*) dan berperan sebagai dasar pembentukan membran sel (Cohen, 2015).

Pertumbuhan *T. castaneum* dapat pula dipengaruhi oleh bentuk pakan. Bentuk pakan berupa tepung lebih cocok untuk pertumbuhan *T. castaneum* dibandingkan pakan berbentuk butiran. Menurut Xue (2010) perkembangan *T. castaneum* kurang efektif pada pakan butiran utuh, akan tetapi reproduksi meningkat pada pakan butiran patah atau rusak, dan pertumbuhan populasi maksimum terjadi pada pakan berbentuk tepung. Diketahui juga bahwa hama *T. castaneum* merupakan hama sekunder sehingga ketika berada pada pakan butiran utuh akan lebih sulit untuk memperoleh nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya. *T. castaneum* tidak memiliki kemampuan untuk menyerang dan merusak biji-bijian atau produk yang sehat, tetapi dapat bereproduksi dengan cepat pada bahan pakan yang telah digiling atau biji-bijian yang telah rusak (Howe, 1962; Turaki *et al.*, 2007).

Pada pengamatan pertumbuhan populasi, larva mengalami kematian atau mortalitas pada pakan beras putih butiran utuh dan patah. Namun, pada pakan



beras putih berbentuk tepung, larva masih tetap tumbuh dan berkembang. Kematian larva tersebut disebabkan oleh bentuk pakan dan kandungan nutrisi pada pakan yang rendah. Menurut Ahmad (2012) jenis dan bentuk pakan secara signifikan mempengaruhi jumlah larva yang terbentuk dan mampu bertahan hidup, jumlah pupa yang dapat berkembang, serta imago yang muncul. LeCato dan McCray (1973) mengemukakan bahwa larva tidak akan berkembang menjadi imago karena kurangnya nutrisi dalam pakan, sehingga menyebabkan larva hampir mati.

Berdasarkan hasil penelitian perkembangan, siklus hidup *T. castaneum* lebih cepat pada perlakuan pakan tepung beras hitam selama 40,47 hari. Sedangkan pada kondisi optimum siklus hidup *T. castaneum* mencapai 5 minggu pada suhu 30°C (Talpur, 2018). Lamanya siklus hidup *T. castaneum* diduga disebabkan oleh suhu ruangan saat penelitian yang tidak stabil. Pada kondisi aktual suhu di dalam ruang penelitian berkisar 26,20°C hingga 29,50°C. Selain suhu lingkungan, lamanya perkembangan *T. castaneum* diduga disebabkan oleh stadium larva yang lebih lama. Semakin lama stadium larva maka siklus hidup akan semakin lama pula. Menurut Scharf *et al.* (2015) stadium larva akan sedikit lebih lama ketika berada pada pakan yang tidak sesuai. Pakan dengan kandungan nutrisi berupa lemak yang tinggi mempengaruhi perkembangan *T. castaneum* terutama stadium larva untuk mampu bertahan hidup hingga menjadi imago karena lemak berperan dalam proses pergantian kulit dan dasar pembentukan membran sel (Cohen, 2015). *T. castaneum* mampu bertahan hidup dan bereproduksi pada kondisi yang kurang sesuai, tetapi waktu perkembangannya menjadi lebih lama dan mortalitas menjadi tinggi (50-70%). Sedangkan pada kondisi optimum, mortalitas imago rendah (1-2%) (Lazzari dan Lazzari, 2012).

Secara umum pertumbuhan populasi dan perkembangan *T. castaneum* dipengaruhi oleh bentuk pakan dan kandungan nutrisi pada pakan. Menurut Shafique *et al.* (2006) perkembangan, kelangsungan hidup, dan peningkatan populasi *T. castaneum* tergantung pada nutrisi pakan, suhu lingkungan, dan kelembapan. Selain itu, senyawa volatil juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan *T. castaneum*, karena senyawa volatil dapat berfungsi sebagai atraktan dan repellen bagi serangga (Dethier *et al.*, 1960).



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pertumbuhan populasi dan perkembangan *T. castaneum* pada beras putih dan hitam butiran utuh, patah, dan tepung dapat disimpulkan bahwa:

1. Pertumbuhan populasi *T. castaneum* lebih baik pada pakan tepung beras hitam dibandingkan tepung beras putih, beras putih butiran utuh, beras putih butiran patah, beras hitam butiran utuh, dan beras hitam butiran patah.
2. Perkembangan *T. castaneum* lebih cepat pada tepung beras hitam dibandingkan beras hitam butiran utuh, beras hitam butiran patah, dan tepung beras putih.

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hama *T. castaneum* pada butiran beras putih mengalami mortalitas pada fase larva, sehingga beras dalam bentuk butiran kurang mendukung dalam pertumbuhan dan perkembangan *T. castaneum*. Oleh sebab itu disarankan untuk menyimpan beras dalam kondisi butiran utuh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmadun. 2007. Performa *Tribolium castaneum* sebagai Hewan Model Genetika pada Media Tumbuh Berbeda. Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ahmad, F., G. H. Walter, dan S. Raghu. 2012. Comparative Performance of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) Across Populations, Resource Types, and Structural Forms of These Resources. J. Stored Prod. Res. 48: 73-80.
- Alviana, F. W. 2015. Kepekaan Beras Hitam dan Beras Putih terhadap Hama *Sitophilus oryzae*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Data Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai Nasional. Diunduh dari [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id) pada tanggal 18 Desember 2017.
- Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 2010. Deskripsi Varietas Padi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Baldwin, R. dan T. R. Fasulo. 2003. Confused Flour Beetle, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae) and Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae). Entomology and Nematology Department, UF/IFAS Extension. Gainesville.
- Brown, S. J., T. D. Shippy, S. Miller, R. Bolognesi, R. W. Beemam, M. D. Lorenzen, G. Bucher, E. A. Wimmer, dan M. Klingler. 2009. The Red Flour, *Tribolium castaneum* (Coleoptera): A Model for Studies of Development and Pest Biology. Max Planck Inst Biophys Chem. Cold Spring harbor Protocols.
- Chapman, R. F. 2013. The Insects Structure and Function 5th Edition. Direvisi dan Diperbaharui oleh Douglas, A. E. dan S. J. Simpson. Cambridge University Press. Cambridge. 770 pp.
- Cohen, A. C. 2015. Insect Diets Science and Technology 2nd Edition. CRC Press. Boca Raton. 444 pp.
- Dethier, V. G., L. B. Browne, dan C. N. Smith. 1960. The Designation of Chemicals in Terms of The Responses They Elicit From Insects. J. Econ. Entomol. 53(1): 134-136.
- Dharmaputra, O. S., H. Halid, dan Sunjaya. 2014. Serangan *Tribolium castaneum* pada Beras di Penyimpanan dan Pengaruhnya terhadap Serangan Cendawan dan Susut Bobot. J. Fitopatologi. 10(4): 126-132.
- Devi, B. M. dan N. V. Devi. 2015. Biology of Rust-Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae). J. Biol. 7(1): 12-15.
- Good, N. E. 1936. The Flour Beetles of the Genus *Tribolium*. U. S. Dept. Agric. Tech. Bull. 498. Washington D. C.

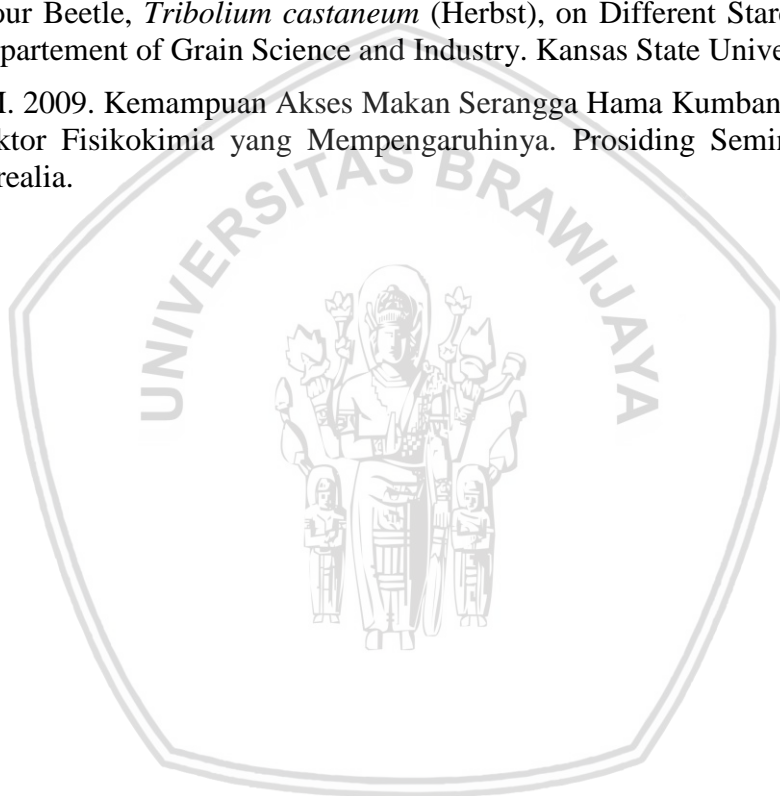
- Guritno, B. 2011. Hubungan Konsentrasi dan Waktu Pemaparan Fumigan Fosfin terhadap Mortalitas Larva dan Imago *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae). Thesis. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hagstrum, D. W. dan B. Subramanyam. 2006. Fundamental of Stored-Product Entomology. AACC International. Kansas. 323 pp.
- Heinrichs, E. A., E. G. Medrano, dan H. R. Rapusas. 1985. Genetic Evaluation for Insect Resistance in Rice. International Rice Research Institute. 354 pp.
- Hendrival dan R. Muetia. 2016. Pengaruh Periode Penyimpanan Beras terhadap Pertumbuhan Populasi *Sitophilus oryzae* (L.) dan Kerusakan Beras. J. Biologi. 4(2): 95-101.
- Hendrival, Latifah, D. Saputra, dan Orina. 2016. Kerentanan Jenis Tepung Terhadap Infestasi Kumbang Tepung Merah (*Tribolium castaneum* Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae). J. Agricult. 27(3): 148-153.
- Hill. D. S. 2003. Pests of Stored Foodstuff and Their Control. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 476 pp.
- Howe, R. W. 1956. The Effect of Temperature and Humidity on The Rate of Development and Mortality of *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae). Ann. Appl. Biol. 44(2): 356-368.
- Howe, R. W. 1962. The Effect of Temperature and Humidity on The Oviposition Rate of *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae). Bulletin of Entomological Research. 53(2): 301-310.
- Indriyani, F., Nurhidajah, dan A. Suyanto. 2013. Karakteristik Fisik, Kimia, dan Sifat Organoleptik Tepung Beras Merah Berdasarkan Variasi Lama Pengeringan. J. Pangan dan Gizi. 4(8): 27-34.
- Khair, A. S. M. 2002. Studies of Biology of The Red Flour Beetle *Tribolium castaneum* Herbst., (Coleoptera: Tenebrionidae) in Different Cereal Flour. Dissertation. University of Khartoum.
- Kucerova, Z., K. Kyhos, R. Aulicky, dan V. Stejskal. 2013. Low-pressure Treatment to Control Food-infesting Pests (*Tribolium castaneum*, *Sitophilus granarius*) using a Vacuum Packing Machine. Czech J. Food Sci. 31(1): 94-98.
- Kushwaha, U. K. S. 2016. Black Rice Research, History, and Development. Springer International Publishing. Basel. 192 pp.
- Latifah, R. Nurismanto, dan F. A. Putri. 2011. Penggunaan Tepung Beras Hitam dan Gliserol Monostearat pada Pembuatan Roti Tawar. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Jawa Timur.
- Lazzari, S. M. N dan F. A. Lazzari. 2012. Insects Pests in Stored Grain. Dalam Panizzi, A. R dan J. R. P. Parra (Eds.). p 425. Insect Bioecology and Nutrition for Integrated Pest Management. CRC Press. New York.

- LeCato, G. L. dan T. L. McCray. 1973. Multiplication of *Oryzaephilus* spp. and *Tribolium* spp. On 20 Natural Product Diets. J. Environ. Entomol. 2(2): 176-179.
- Li, L. dan R. T. Arbogast. 1991. The Effect of Grain Breakage on Fecundity, Development, Survival, and Population Increase in Maize of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). J. Stored Prod. Res. 27(2): 87-94.
- Mostakin, M. D. dan A. R. Khan. 2014. Effect of Coffee on The Growth and Development of The Red Flor Beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae). Bangladesh J. Zool. 42(2): 211-216.
- Mulyani, M. dan Sukei. 2010. Analisis Proksimat Beras Merah (*Oryza sativa*) Varietas Slegreng dan Aek Sibundong. Prosiding Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Nelson, J. W. dan L. S. Palmer. 1935. The Phosphorus Content and Requirements of The Flour Beetle *Tribolium confusum* DuVal and a Study of Its Need for Vitamin D. J. Agric Res. 50(10): 849-852.
- Olsson, C. 2001. The Function of Food Volatiles: Insect Behaviour and Pest Control. Lunda Universitet. 32 pp.
- Padin, S. B., C. Fuse, M. I. Urrutia, dan G. M. D. Bello. 2013. Toxicity and Repellency of Nine Medicinal Plants Against *Tribolium castaneum* in Stored Wheat. Bulletin of Insectology. 66(1): 45-49.
- Pfadt, R. E. 1971. Fundamentals of Applied Entomology. Macmillan Publishing Co. Inc. New York. 693 pp.
- Pimentel, D., E. H. Feinderg, P. W. Wood, dan J. T. Hayes. 1965. Selection, Spatial Distribution, and The Coexistence of Competing Fly Species. The American Naturalist. 99(905): 97-109.
- Prabowo, R. P. 2017. Preferensi Hama Pascapanen Terhadap Berbagai Warna Cahaya. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Rees, D. 2004. Insect of Stored Products. CSIRO Publishing. Collingwood. 181 pp.
- Rondom, A. S., E. Kurniyati, S. Bahri, dan J. Pramono. 2014. Kumpulan Deskripsi Varietas Padi. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- Sacakli, P., B. H. Koksai, A. Ergun, dan B. Ozsoy. 2013. Usage of Brewer's Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a Replacement of Vitamin and Trace Mineral Premix in Broiler Diets. Revue Med vet. 164(1): 39-44.
- Scharf, I., H. Braf, N. Ifrach, S. Rosenstein, dan A. Subach. 2015. The Effect Temperature and Diet during Development, Adulthood, and Mating on Reproduction in The Red Flour Beetle. PLoS ONE 10(9).

- Semeao, A. A., J. F. Campbell, R. J. Whitworth, dan P. E. Sloderbeck. 2011. Response of *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* Adults to Vertical Black Shapes and Its Potential to Improve Trap Capture. *J. Stored Prod. Res.* 47: 88-94.
- Shafique, M., M. Ahmad, dan M. A. Chaundry. 2006. Feeding Preference and Development of *Tribolium castaneum* in Wheat Products. *Pakistan J. Zool.* 38(1): 27-31.
- Singh, S. dan S. Prakash. 2015. Effect of Temperature and Humidity on The Culture of *Tribolium castaneum*, Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) in The Laboratory. *Int. J. Sci. Res. Public.* 7(5): 1-6.
- Sjam, S. 2014. Hama Pascapanen dan Strategi Pengendaliannya. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor.
- Sreeramoju, P., M. S. K. Prasad, dan V. Lakshmipathi. 2016. Complete Study of Life Cycle of *Tribolium castaneum* and Its Weight Variations in The Developing Stages. *Int. J. Plant, Animal Environ. Sci.* 6(2): 95-100.
- Surtees, G. 1963. Laboratory Studies on Dispersion Behaviour of Adult Beetles in Grain. III.— *Tribolium castaneum* (Hbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Cryptolestes ferrugineus* (Steph.) (Coleoptera: Cucujidae). *Agricultural Research Council, Pest Infestation Laboratory.* 54(2): 297-306.
- Talpur, M. N. R., S. A. H. Shah, A. A. Siddiqui, K. K. Khanzada, A. Jamali, F. H. Jalbani, M. I. Jat, dan S. M. Mastoi. 2018. Population Dynamics of Red Flour Beetle on Different Wheat Varieties at Room Temperature. *J. Entomol. Zool. Stud.* 6(1): 307-310.
- Triplehorn, C. A. dan N. F. Johnson. 2005. Borror and Delong's Introduction to The Study of Insect 7th Edition. Thomson Brooks/Cole. Belmont. 864 pp.
- Turaki, J. M., B. M. Sastawa, B. G. J. Kabir, dan N. E. S. Lale. 2007. Susceptibility of Flours Derived From Various Cereal Grains to Infestation by The Rush-Red Flour Beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) in Different Seasons. *J. Plant Protec. Res.* 7(3): 279-288.
- Wagiman. F. X. 1999. Asosiasi *Sitophilus oryzae* (Col: Curculionidae) dan *Tribolium castaneum* (Col: Tenebrionidae) dalam Beras: Pertumbuhan Populasi dan Kerusakan Beras. *J. Perlindungan Tanaman Indonesia.* 5(1): 30-34.
- Wahedi, J. A., D. L. David, R. Zakariya, B. P. Mshelmbula, E. P. Danba, U. Buba, B. W. Barau, D. D. Usman, dan F. Tarfa. 2015. Effect of Sex Differentiation on *Tribolium castaneum* Development Reared on Flour Selected Grain Flours. *Ann. Biol. Res.* 6(7): 7-10.
- Wang, C. Y. Dan B. S. Luh. 1991. Harvest, Drying, and Storage of Rough Rice. p 311. *Dalam* Luh, B. S. (Eds.). *Rice Production* 2nd Edition. Springer Science+Business Media. New York.
- Wilbur, D. A. 1971. Stored Grain Insects. p 495-522. *Dalam* Pfadt, R. E. (Eds.). *Fundamentals of Applied Entomology* 2nd Edition. Macmillan Publishing Co. Inc. New York. 693 pp.



- Wiranata, R. A., T. Himawan, dan L. P. Astuti.2013. Identifikasi Arthropoda Hama dan Musuh Alami pada Gudang Beras Perum Bulog dan Gudang Gabah Mitra Kerja di Kabupaten Jember. J. Hama dan Penyakit Tumbuhan. 1(2): 52-57.
- Wong, N. dan C. Y. Lee.2011. Relationship Between Growth of The Red Flour Beetle *Tribolium castaneum* and Protein and Carbohydrate Content in Flour and Starch. J. Econ. Entomol. 104(6): 2087-2094.
- Wulansari, T. 2018. Preferensi, Pertumbuhan, dan Perkembangan *Tribolium castaneum* Herbst. (Coleoptera: Tenebrionidae) pada Berbagai Jenis Tepung Gandum. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Xue, M. 2010. Development, Relative Retention, and Oviposition of The Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst), on Different Starches. Thesis. Departement of Grain Science and Industry. Kansas State University.
- Yasin, M. 2009. Kemampuan Akses Makan Serangga Hama Kumbang Bubuk dan Faktor Fisikokimia yang Mempengaruhinya. Prosiding Seminar Nasional Sereal.

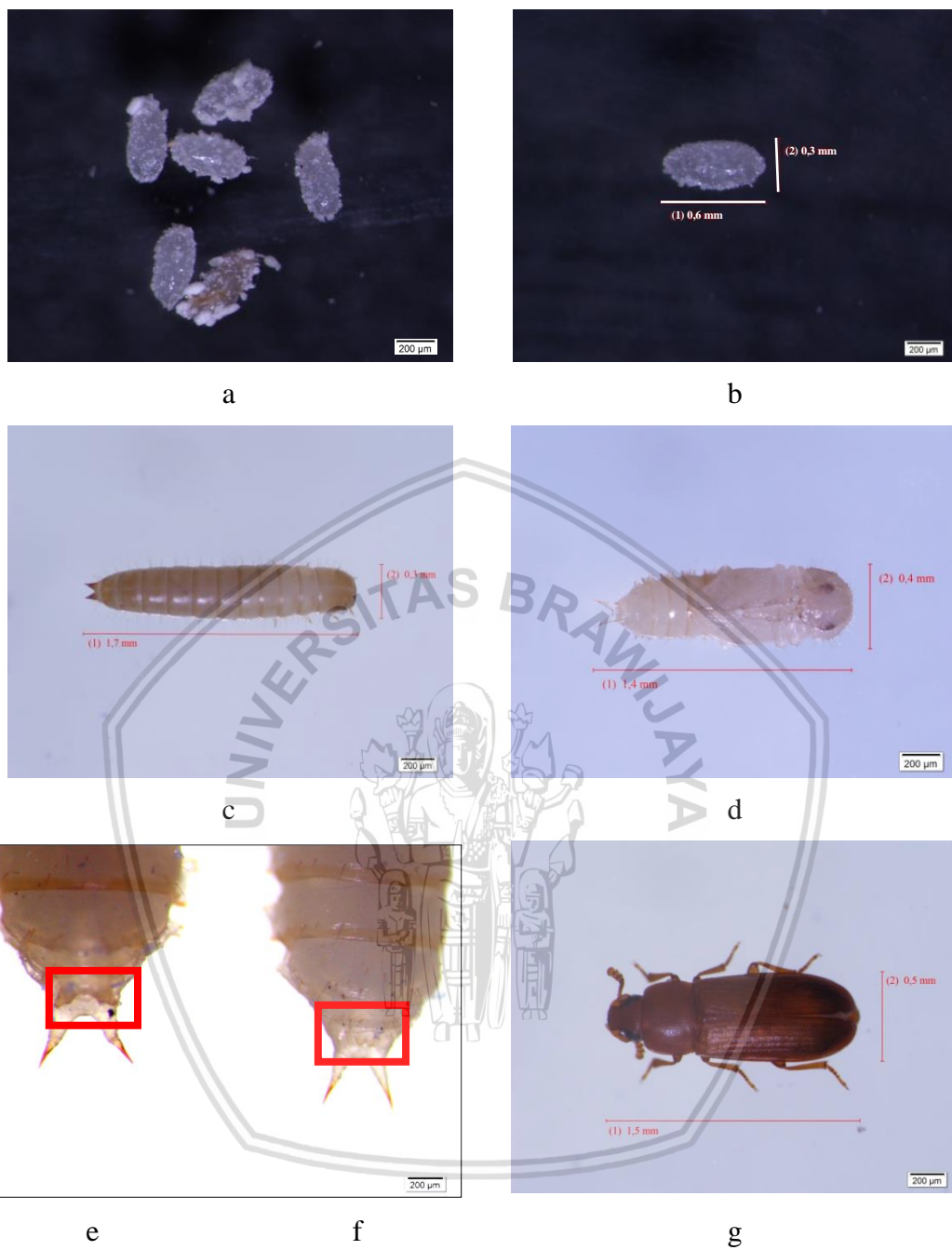




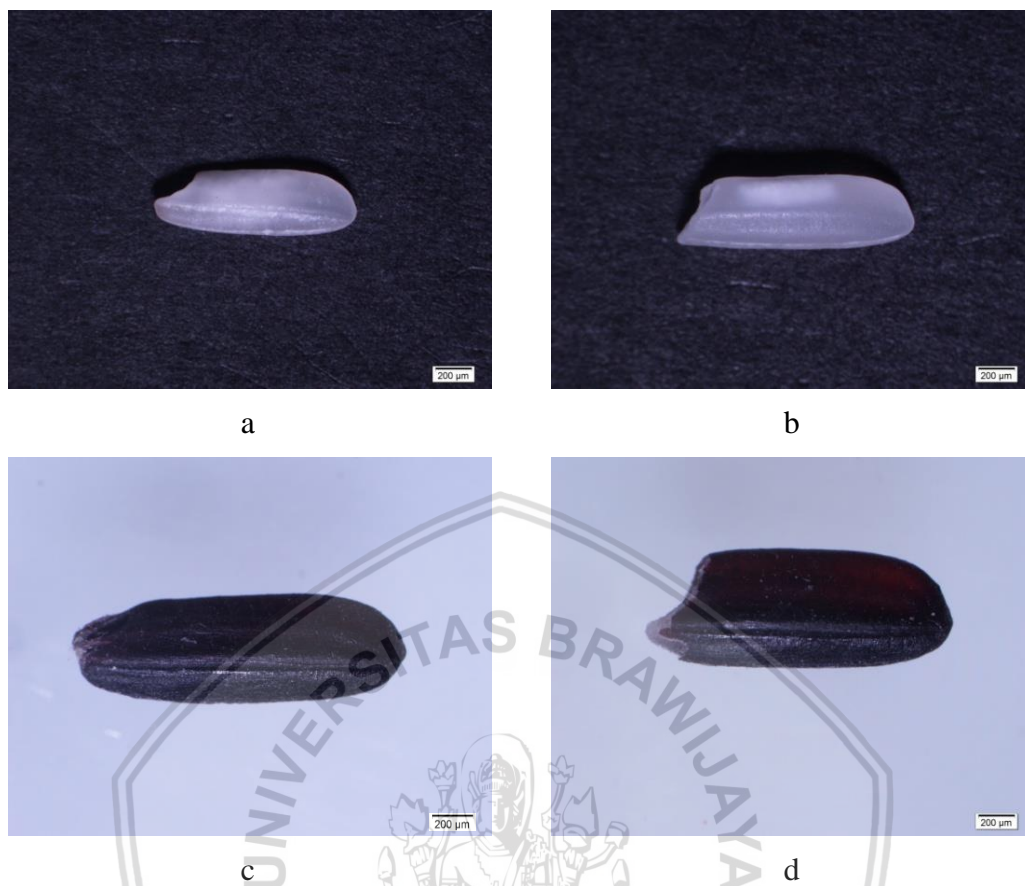




Gambar Lampiran 1. Pakan yang Digunakan dalam Penelitian: (a) Beras Putih Butiran Utuh; (b) Beras Hitam Butiran Utuh; (c) Beras Putih Butiran Patah; (d) Beras Hitam Butiran Patah; (e) Tepung Beras Putih; (f) Tepung Beras Hitam



Gambar Lampiran 2. Hama *T. castaneum*: (a) Sekumpulan Telur; (b) Sebutir Telur; (c) Larva; (d) Pupa; (e) Pupa Betina; (f) Pupa Jantan; (g) Imago



Gambar Lampiran 3. Perbedaan Beras Sebelum dan Setelah Terinfestasi *T. castaneum*: (a) Beras Putih Masih Utuh (Tanpa Lembaga); (b) Kerusakan Beras Putih pada Lembaga; (c) Beras Hitam Masih Terdapat Lembaga; (d) Beras Hitam Tanpa Lembaga



Tabel Lampiran 1. Hasil Uji Proksimat Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung (Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan FTP UB, 2018)

Perlakuan	Protein (%)	Karbohidrat (%)	Air (%)	Lemak (%)	Abu (%)
Beras Putih Butiran Utuh	7,21	79,93	12,10	0,41	0,35
Beras Hitam Butiran Utuh	7,16	76,10	12,80	2,50	1,44
Beras Putih Butiran Patah	6,68	78,37	12,26	2,37	0,32
Beras Hitam Butiran Patah	6,86	76,48	13,21	2,03	1,42
Tepung Beras Putih	6,78	80,49	11,88	0,43	0,42
Tepung Beras Hitam	6,94	75,70	12,03	3,13	2,20

Tabel Lampiran 2. Hasil Uji Fenol Total Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung (Laboratorium TPHP FTP UGM, 2018)

Perlakuan	Fenol Total (%)		
	U1	U2	Rerata
Beras Putih Butiran Utuh	0,02	0,02	0,02
Beras Hitam Butiran Utuh	0,23	0,23	0,23
Beras Putih Butiran Patah	0,02	0,02	0,02
Beras Hitam Butiran Patah	0,22	0,22	0,22
Tepung Beras Putih	0,03	0,03	0,03
Tepung Beras Hitam	0,67	0,67	0,67

Tabel Lampiran 3. Analisis Ragam Mortalitas Imago *T. castaneum* pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	5	4,87	0,97	0,82	2,62
Galat	24	28,22	1,17		
Total	29	33,10	1,14		

Tabel Lampiran 4. Analisis Ragam Jumlah Telur *T. castaneum* pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	5	3,54	0,70	99,33 **	2,62	3,89
Galat	24	0,17	0,00			
Total	29	3,71	0,12			

Tabel Lampiran 5. Analisis Ragam Jumlah Larva *T. castaneum* pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	5	4,69	0,93	90,54 **	2,62	3,89
Galat	24	0,24	0,01			
Total	29	4,93	0,17			

Tabel Lampiran 6. Analisis Ragam Jumlah Pupa *T. castaneum* pada Beras Putih dan Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	5	24,76	4,93	87,50 **	2,62	3,89
Galat	24	1,35	0,05			
Total	29	26,12	0,90			

Tabel Lampiran 7. Analisis Ragam Jumlah Imago Baru *T. castaneum* pada Beras Putih Butiran Patah dan Tepung, serta Beras Hitam Butiran Utuh, Patah, dan Tepung

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	5	10,10	2,51	37,56 **	2,89	4,50
Galat	19	1,27	0,06			
Total	23	11,38	0,49			

Tabel Lampiran 8. Analisis Ragam Lama Stadium Telur *T. castaneum* pada Beras Hitam Utuh, Patah, dan Tepung, serta Tepung Beras Putih

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	3	0,01	0,00	0,93	3,49
Galat	12	0,04	0,00		
Total	15	0,05	0,00		

Tabel Lampiran 9. Analisis Ragam Lama Stadium Larva *T. castaneum* pada Beras Hitam Utuh, Patah, Tepung, dan Tepung Beras Putih

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	3	502,45	167,48	85,55 **	3,49	6,95
Galat	12	23,49	1,95			
Total	15	525,94	35,06			



Tabel Lampiran 10. Analisis Ragam Lama Stadium Pupa *T. castaneum* pada Beras Hitam Utuh, Patah, dan Tepung, serta Tepung Beras Putih

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	3	0,43	0,14	0,44	3,490
Galat	12	3,85	0,32		
Total	15	4,25	0,28		

Tabel Lampiran 11. Analisis Ragam Praoviposisi *T. castaneum* pada Beras Hitam Utuh, Patah, dan Tepung, serta Tepung Beras Putih

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	3	0,17	0,06	7,22 **	3,49	6,95
Galat	12	0,09	0,00			
Total	15	0,27	0,01			

Tabel Lampiran 12. Analisis Ragam Siklus Hidup *T. castaneum* pada Beras Hitam Utuh, Patah, dan Tepung, serta Tepung Beras Putih

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	3	1099,27	366,42	26,54 **	3,49	6,95
Galat	12	165,64	13,80			
Total	15	1264,91	84,32			

Tabel Lampiran 13. Rerata Suhu dan Kelembapan Harian Laboratorium Hama Tumbuhan pada Tanggal 12 Februari – 25 Juni 2018

Tanggal	Suhu (°C)/RH (%)			Rerata Harian (°C)/(%)
	06.00	12.00	18.00	
12 Februari 2018	26,50/71	27,40/67	27,10/68	27,00/69,00
13 Februari 2018	26,80/70	27,10/70	27,10/69	27,00/70,00
14 Februari 2018	26,80/71	27,40/72	28,00/67	27,30/70,00
15 Februari 2018	26,80/70	27,40/70	26,80/75	26,90/71,00
16 Februari 2018	26,50/70	27,10/66	26,80/75	26,70/70,00
17 Februari 2018	26,20/70	27,40/65	26,60/70	26,70/69,00
18 Februari 2018	26,50/71	27,10/66	27,10/69	26,90/69,00
19 Februari 2018	26,80/70	27,70/66	26,80/71	27,00/69,00
20 Februari 2018	26,80/70	27,40/66	26,80/70	27,00/69,00
21 Februari 2018	26,80/71	27,10/65	27,20/69	27,00/69,00
22 Februari 2018	26,80/71	27,10/65	27,40/70	27,10/69,00
23 Februari 2018	27,10/70	28,00/64	27,10/67	27,30/68,00
24 Februari 2018	26,80/70	26,80/74	25,90/75	26,40/74,00
25 Februari 2018	25,90/78	26,80/70	25,40/75	26,10/73,00
26 Februari 2018	26,20/70	26,80/62	27,10/63	26,70/64,00
27 Februari 2018	26,50/61	27,10/58	27,60/63	26,90/61,00
28 Februari 2018	26,50/63	27,40/60	27,70/63	27,10/63,00
01 Maret 2018	26,80/67	28,00/66	27,10/74	27,18/69,25
02 Maret 2018	26,80/70	27,40/71	27,10/71	27,03/71,25
03 Maret 2018	26,80/73	27,10/75	27,10/71	27,03/72,50
04 Maret 2018	27,10/71	27,40/75	26,80/77	26,95/74,00
05 Maret 2018	26,50/73	28,00/70	26,80/75	26,88/72,00
06 Maret 2018	26,20/70	28,00/66	27,40/72	27,18/69,75
07 Maret 2018	27,10/71	28,00/70	27,10/75	27,33/71,50
08 Maret 2018	27,10/70	27,40/75	27,40/74	27,15/72,25
09 Maret 2018	26,70/70	27,40/67	27,00/72	26,90/69,75
10 Maret 2018	26,50/70	27,10/65	26,50/75	26,60/70,00
11 Maret 2018	26,20/70	27,10/70	26,80/76	26,70/72,80
12 Maret 2018	26,80/75	26,80/69	27,10/70	26,90/72,00
13 Maret 2018	26,80/74	27,10/63	27,10/70	26,80/70,00
14 Maret 2018	26,20/73	26,80/61	27,00/70	26,70/69,00
15 Maret 2018	26,80/72	27,40/64	28,00/64	27,30/66,75
16 Maret 2018	27,10/67	28,00/59	27,00/70	27,30/66,50
17 Maret 2018	27,00/70	25,90/75	26,50/75	26,60/72,50
18 Maret 2018	27,00/70	27,10/65	27,40/70	26,90/68,50
19 Maret 2018	26,20/69	27,40/67	27,70/71	27,00/67,00
20 Maret 2018	26,80/61	27,70/60	28,00/59	27,40/62,00
21 Maret 2018	27,10/68	28,30/64	28,90/61	27,90/63,25
22 Maret 2018	27,40/60	27,40/66	26,50/72	27,00/66,50

(Berlanjut)

Tabel Lampiran 13. Lanjutan

Tanggal	Suhu (°C)/RH (%)			Rerata Harian (°C)/(%)
	06.00	12.00	18.00	
23 Maret 2018	26,80/68	27,60/67	26,80/73	26,85/69,50
24 Maret 2018	26,20/70	27,10/66	27,40/69	26,95/68,75
25 Maret 2018	27,10/70	26,80/70	26,80/65	26,88/68,75
26 Maret 2018	26,80/70	27,40/63	26,80/70	26,95/68,25
27 Maret 2018	26,80/70	27,10/65	26,80/69	26,80/67,00
28 Maret 2018	26,50/64	27,70/64	27,70/65	27,25/63,25
29 Maret 2018	27,10/60	28,00/58	28,30/64	27,70/62,00
30 Maret 2018	27,40/66	27,70/62	27,40/70	27,40/67,00
31 Maret 2018	27,10/70	27,70/68	26,80/70	27,20/68,25
01 April 2018	27,10/65	27,70/65	27,70/72	27,32/66,75
02 April 2018	26,80/65	28,00/64	27,10/73	27,18/68,00
03 April 2018	26,80/70	27,40/70	28,00/67	27,33/68,25
04 April 2018	27,10/66	28,00/62	28,30/69	27,63/66,25
05 April 2018	27,10/68	28,30/64	28,00/71	27,63/67,25
06 April 2018	27,10/66	28,00/62	28,30/69	27,63/65,50
07 April 2018	27,10/65	28,30/60	29,00/70	27,95/65,00
08 April 2018	27,40/65	28,30/59	30,00/69	28,20/65,00
09 April 2018	27,10/67	28,60/54	28,50/54	27,98/59,00
10 April 2018	27,70/61	28,90/59	29,20/52	28,45/59,00
11 April 2018	28,00/64	28,90/62	29,20/54	28,53/59,75
12 April 2018	28,00/59	29,50/57	29,50/56	28,90/59,25
13 April 2018	28,60/65	28,90/62	28,90/66	28,68/64,25
14 April 2018	28,30/64	28,90/56	29,20/63	28,68/61,75
15 April 2018	28,30/64	28,90/58	29,00/63	28,78/62,25
16 April 2018	28,90/64	29,20/60	28,90/67	28,98/63,25
17 April 2018	28,90/62	28,00/73	28,70/66	28,63/66,25
18 April 2018	28,90/64	28,90/62	28,90/61	28,68/62,00
19 April 2018	28,00/61	28,90/60	28,90/63	28,45/61,75
20 April 2018	28,00/63	29,20/63	28,90/66	28,60/64,00
21 April 2018	28,30/64	28,90/64	27,40/71	28,15/65,75
22 April 2018	28,00/64	28,00/68	27,30/70	27,75/68,00
23 April 2018	27,70/70	28,90/58	28,90/60	28,38/63,25
24 April 2018	28,00/65	28,90/64	28,90/69	28,45/65,50
25 April 2018	28,00/64	28,90/59	28,90/59	28,45/60,50
26 April 2018	28,00/60	28,90/59	28,90/59	28,30/58,25
27 April 2018	27,40/55	28,00/68	28,90/59	27,93/59,25
28 April 2018	27,40/55	28,30/69	28,90/59	27,70/58,20
29 April 2018	26,20/51	28,00/49	28,30/69	27,40/55,75
30 April 2018	27,10/54	28,00/47	28,60/49	27,78/51,25

(Berlanjut)

Tabel Lampiran 13. Lanjutan

Tanggal	Suhu (°C)/RH (%)			Rerata Harian (°C)/(%)
	06.00	12.00	18.00	
01 Mei 2018	27,40/55	27,70/47	27,70/51	27,48/50,75
02 Mei 2018	27,10/50	28,00/39	27,70/51	27,48/48,75
03 Mei 2018	27,10/55	27,10/50	28,30/69	27,33/57,25
04 Mei 2018	26,80/55	27,10/48	27,70/51	27,10/53,00
05 Mei 2018	26,80/58	28,90/49	28,90/52	28,00/53,50
06 Mei 2018	27,40/55	28,90/49	28,90/55	28,08/54,50
07 Mei 2018	27,10/59	28,00/56	28,90/59	27,85/59,00
08 Mei 2018	27,40/62	28,80/57	28,30/58	27,90/58,25
09 Mei 2018	27,10/56	28,00/54	28,30/59	27,63/57,25
10 Mei 2018	27,10/60	28,30/52	28,90/49	27,85/53,25
11 Mei 2018	27,10/52	28,60/53	28,60/53	27,95/54,00
12 Mei 2018	27,50/58	27,70/70	28,00/58	27,70/59,00
13 Mei 2018	27,40/58	28,00/54	28,00/59	27,70/59,00
14 Mei 2018	27,40/65	28,90/54	28,90/62	28,30/61,25
15 Mei 2018	28,00/64	28,30/65	28,30/65	28,15/65,00
16 Mei 2018	28,00/66	28,90/60	28,30/69	28,30/64,75
17 Mei 2018	28,00/64	28,00/64	28,00/64	27,78/64,25
18 Mei 2018	27,10/65	27,70/65	27,70/65	27,48/64,75
19 Mei 2018	27,40/64	28,30/56	28,00/54	27,78/59,50
20 Mei 2018	27,40/64	28,30/59	27,70/66	27,63/63,00
21 Mei 2018	27,10/63	28,60/58	28,00/64	28,00/61,00
22 Mei 2018	28,30/59	29,20/58	29,50/56	28,68/59,50
23 Mei 2018	27,70/65	29,20/53	29,50/54	28,53/60,00
24 Mei 2018	27,70/68	28,00/64	29,20/57	28,18/64,00
25 Mei 2018	27,80/67	28,90/60	29,20/57	28,40/63,50
26 Mei 2018	27,70/70	27,70/70	29,20/50	27,85/63,75
27 Mei 2018	26,80/65	26,80/65	27,10/67	26,73/65,50
28 Mei 2018	26,20/65	27,70/65	27,10/65	26,88/65,00
29 Mei 2018	26,50/65	26,80/65	26,80/60	26,58/63,00
30 Mei 2018	26,20/65	27,70/54	27,10/65	26,88/65,00
31 Mei 2018	26,50/65	26,80/50	27,10/56	26,73/57,25
01 Juni 2018	26,50/64	26,80/60	27,70/55	26,80/56,00
02 Juni 2018	26,50/54	27,40/50	27,70/61	27,25/61,75
03 Juni 2018	27,70/61	26,80/59	27,70/55	27,48/56,75
04 Juni 2018	27,70/61	28,00/57	28,00/63	27,93/60,50
05 Juni 2018	28,00/59	28,60/64	29,20/57	28,38/59,50
06 Juni 2018	27,70/65	28,00/49	29,20/57	28,45/59,50
07 Juni 2018	28,90/52	28,90/49	29,50/53	28,68/54,75
08 Juni 2018	27,30/65	28,90/57	28,50/54	28,13/57,00

(Berlanjut)

Tabel Lampiran 13. Lanjutan

Tanggal	Suhu (°C)/RH (%)			Rerata Harian (°C)/(%)
	06.00	12.00	18.00	
09 Juni 2018	27,70/60	27,70/49	28,00/59	27,70/60,25
10 Juni 2018	27,40/65	28,90/67	28,50/54	27,98/58,25
11 Juni 2018	27,10/65	26,80/67	27,80/60	27,05/65,25
12 Juni 2018	26,50/69	26,80/67	26,80/67	26,65/65,75
13 Juni 2018	26,50/60	26,80/67	27,80/60	26,90/61,25
14 Juni 2018	26,50/58	26,80/67	27,80/59	27,10/58,50
15 Juni 2018	27,10/65	26,80/52	28,00/60	27,05/65,25
16 Juni 2018	26,50/69	26,80/67	27,80/67	26,95/65,75
17 Juni 2018	27,70/60	26,80/67	26,80/59	27,48/59,00
18 Juni 2018	26,50/60	27,70/57	28,00/60	26,90/61,75
19 Juni 2018	26,50/60	26,80/67	27,80/60	26,93/60,00
20 Juni 2018	26,50/60	27,00/60	27,70/72	26,50/67,75
21 Juni 2018	26,50/69	26,80/70	26,20/70	26,43/69,75
22 Juni 2018	26,20/70	26,50/70	26,50/70	26,20/70,25
23 Juni 2018	26,20/70	26,20/71	26,20/70	26,20/69,25
24 Juni 2018	26,20/70	26,20/67	26,20/60	26,35/65,75
25 Juni 2018	26,20/66	26,50/67	26,50/70	26,28/67,00
26 Juni 2018	25,90/65			
Rerata Suhu (°C)/RH (%) Harian				27,45/64,19